Jb. Nass. Ver. Naturk. **115** S. 81–162 14 Abb. 6 Tab. Wiesbaden 1994

Renaturierungsmaßnahmen an einem kleinen Fließgewässer am Beispiel des Wickerbaches*

HARTMUT POSCHWITZ

Kurzfassung: Am Beispiel des Wickerbaches, einem kleinen Fließgewässer im Rhein–Main-Gebiet, wird aufgezeigt, wie mit ökologischen Maßnahmen zumindest teilweise aus einem stark vom Menschen beeinflußten Gewässer ein möglichst naturnahes Bachsystem wiederhergestellt werden kann. Zur Verbesserung der Gewässergüte dienen Abwasserfischteiche, Abwasserteiche, Sickermulden und Sammler für stark belastete Oberflächenabflüsse. Renaturierungs- und Biotopvernetzungs-Möglichkeiten am Bach und in der Talaue werden besprochen. Weiterhin wird die Beseitigung von Landschaftsschäden im Untersuchungsgebiet näher erläutert. Das Sanierungskonzept läßt sich auf ähnliche Fließgewässer im Rhein–Main-Gebiet übertragen.

Abstract: The example of the Wickerbach, a small brook in the Rhine–Main area is used to show how a heavily polluted stream may be reclaimed. Water quality is improved by means of sewage ponds and by retaining contaminated surface runoff in collectors or by infiltrating it into the ground from seepage ponds. Possibilities for reclamation and for connecting of biotopes along the brook and in the flood plain are presented. Besides that the correction of environmental damages is explained. The concept of reclamation may be adopted for similar streams in the area.

Dank: Für die Betreuung meiner Dissertation danke ich Herrn Prof. Dr. PREUSS, Herrn Prof. Dr. BERG und Herrn Prof. Dr. ROMER. Sie haben an dieser Arbeit regen Anteil genommen und ihren Abschluß durch zahlreiche Ratschläge und wertvolle Hinweise gefördert.

Auch meinen Kollegen, den Herren Dipl.-Geol. ANDERLE, Prof. Dr. GOLWER, Dr. SCHARPFF, Dr. STENGEL-RUTKOWSKI, Dr. TANGERMANN und vor allem Herrn Dipl.-Geol. Dr. BECKER, Dipl.-Ing. GRÜBER, Dipl.-Geol. Dr. PAULY, Dipl.-Ing. SCHNEIDER bin ich für zahlreiche Hilfen bzw. anregende Diskussionen zu Dank verpflichtet.

Schließlich gilt mein Dank Herrn Regierungsdirektor KLOES aus der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden, den Hessischen Forstämtern Chausseehaus und Hofheim, dem Deutschen Wetterdienst, Offenbach, den Stadtwerken Frankfurt a.M. und Wiesbaden, Herr F. MUELLER vom Wasserwirtschaftsamt Wiesbaden, Frau ZERBE-HARDT vom Tiefbauamt Wiesbaden sowie dem Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft in München für die ausführlichen Informationsgespräche und die freundliche Überlassung von Karten- und Datenmaterial.

---

* Diese Arbeit ist eine Kurzfassung der Dissertation, die der Autor im Fachbereich Geowissenschaften der JOHANNES-GUTENBERG-Universität Mainz bei Herrn Prof. Dr. J. PREUSS und Herrn Prof. Dr. D. E. BERG angefertigt hat.

Inhalt

1. Einleitung

1.1. Anlaß und Ziel der Untersuchungen

Sauberes Wasser wird immer kostbarer. Diesen Satz kann man täglich in den Medien hören oder lesen.

Die Industrie, die Landwirtschaft, jeder einzelne braucht Wasser in unterschiedlicher Quantität und Qualität. Der ständig steigende Bedarf wird derzeit mit Grundwasser und zum Teil mit Oberflächenwasser gedeckt. Geeignetes Grundwasser sollte allerdings in erster Linie der Trinkwasserversorgung vorbehalten bleiben!

Wenn weiterhin die erforderlichen Wassermengen bereitgestellt werden sollen, muß mehr als bisher auch Oberflächenwasser genutzt werden. Erfolgverspre-

chende Ansätze in dieser Richtung gibt es schon, z. B. die Mainwasser-Aufbereitungsanlage der Stadtwerke Frankfurt a. M. oder eine ähnliche Anlage der Stadtwerke Wiesbaden in Wiesbaden-Schierstein.

Leider sind die meisten Fließgewässer und Seen derartig verschmutzt, daß die Aufbereitung des zu entnehmenden Wassers viel zu kostspielig würde. Teure Reinigungsanlagen wären notwendig, um es für Industriezwecke oder den menschlichen Genuß brauchbar zu machen.

Vollfunktionsfähige Kläranlagen mit mechanisch/biologischen Reinigungsstufen, nachgeschaltete Abwasserfischteiche sowie Renaturierungsmaßnahmen, d. h. Schaffung naturähnlicher Bedingungen im Gewässer, könnten die Wasserqualität der Flüsse, Bäche und Seen erheblich verbessern.

Am Beispiel des Wickerbaches, der in der Nähe von Wiesbaden-Naurod entspringt und bei Flörsheim in den Main mündet, sollen die erforderlichen Renaturierungsmaßnahmen sowie die Renaturierungs- und Nutzungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Ziel ist die Suche und Schaffung möglichst vieler naturnaher Lebensräume, um die Ökologie und Wasserqualität des gesamten Bachsystems zu verbessern.

2. Untersuchungsgebiet

2.1. Topographie

Einer der westlichsten Bäche, der zu einem großen Teil das Gebiet des Main-Taunus-Kreises durchfließt, ist der Wickerbach, benannt nach dem Weinbauort Flörsheim-Wicker (Abb. 1). Früher wurde er auch Mühlbach genannt. Er führte ganzjährig ausreichend Wasser und trieb zahlreiche Mühlen (vorwiegend Getreidemühlen) an. Die Getreidemühlen sind schon lange außer Betrieb. Ihre Gebäude stehen z. T. noch, werden heute aber für andere Zwecke genutzt.

Zwei Dräne NW und NE Wiesbaden-Naurod speisen zwei Bäche, die sich unterhalb der Gemeinde vereinigen und den Wickerbach bilden. Er mündet nach ca. 20 km Lauf zwischen Hochheim und Flörsheim in den Main. Weitere Quellbäche sind der Aubach, der Medenbach und der Klingenbach mit seinen Nebenbächen Hollerbach, Lotzenbach, Thierbach und Rohrgraben. Der Aubach entspringt NE Wiesbaden-Naurod, der Medenbach nahe dem Seyenberg und der Klingenbach kommt mit seinen Zuflüssen vom Seyenberg, Judenkopf, Kölnischen Wald, Dachskopf.

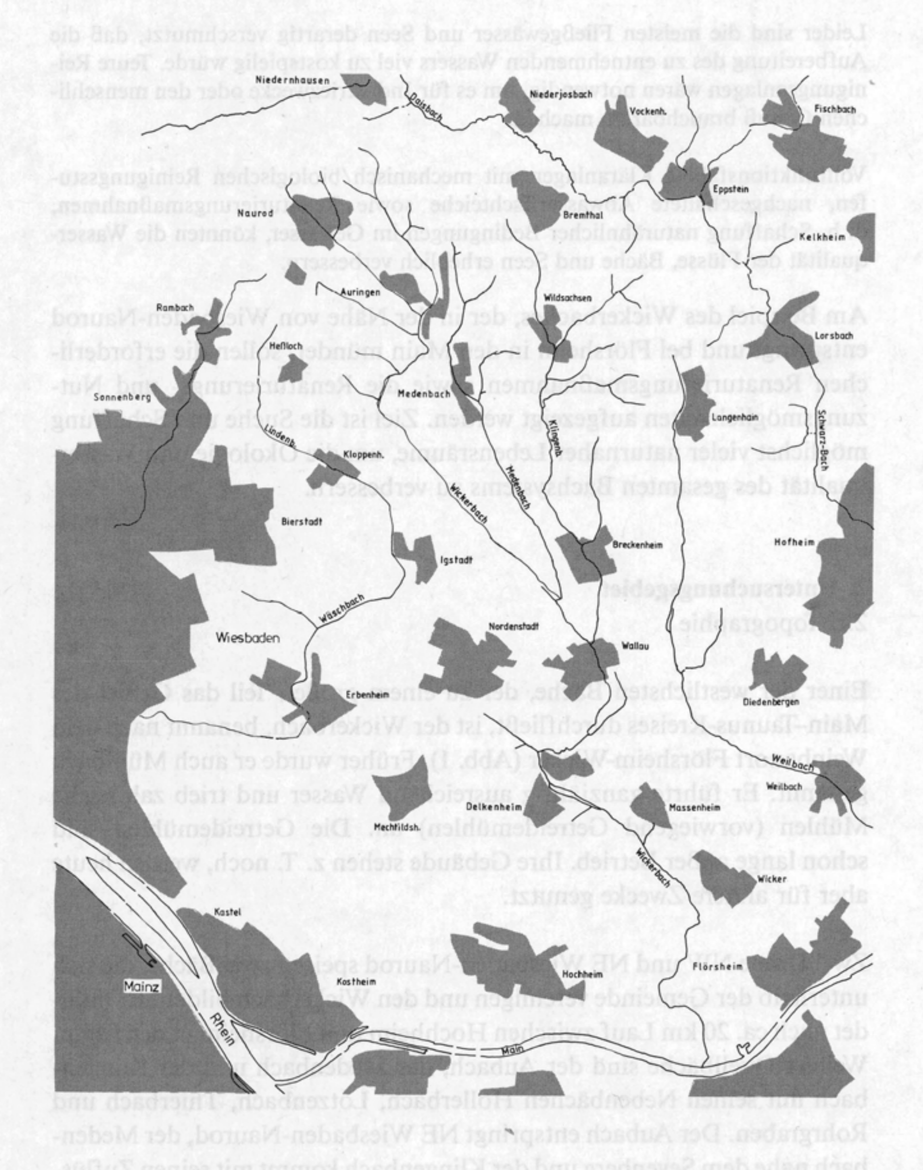


Abb. 1. Übersichtskarte des Arbeitsgebietes.

Das ca. 70 km² umfassende Einzugsgebiet des Wickerbaches verteilt sich auf die Blätter 5815 Wehen, 5816 Königstein im Taunus, 5915 Wiesbaden, 5916 Hochheim am Main und 6016 Groß-Gerau der Topographischen Karte 1:25000.

Von N nach S durchfließen der Wickerbach und seine Nebenbäche folgende naturräumlichen Einheiten (KLAUSING 1988):

1.) von den Quellen bis zu einer gedachten Linie Wiesbaden-Heßloch–Wiesbaden-Breckenheim–Hofheim-Diedenbergen den Vortaunus (Abb. 1)

Höhenlage: ca. 350 m ü. NN im N, bis 160 m ü. NN im S dieses Landschaftsteiles

Relief: unruhig, bergig; ca. 2/3 des Gebietes sind bewaldet (Laub- und Mischwälder), das restliche 1/3 wird landwirtschaftlich genutzt

nachstehende Gemeinden werden durchflossen vom:

Wickerbach: Wiesbaden-Naurod, Wiesbaden-Auringen
Aubach: Wiesbaden-Auringen
Medenbach: Wiesbaden-Medenbach
Klingenbach: Hofheim-Wildsachsen, Wiesbaden-Breckenheim
Hollerbach: Hofheim-Wildsachsen
Rohrgraben: Wiesbaden-Breckenheim

2.) südlich der gedachten Linie schließt sich das Main-Taunusvorland an und erstreckt sich bis zur Mainaue

Höhenlage: ca. 160 m ü. NN im N, bis 100 m ü. NN im S dieses Landschaftsteiles

Relief: ausgeglichen, eben; das gesamte Gebiet wird intensiv landwirtschaftlich genutzt; bei Wiesbaden-Delkenheim, Hochheim-Massenheim werden pleistozäne Kiese abgebaut; die Kalkmergelsteine vom Falkenberg bei Flörsheim fanden für die Zementherstellung Verwendung

nachstehende Gemeinden werden durchflossen vom:

Wickerbach: Hofheim-Wallau, Wiesbaden-Delkenheim, Hochheim-Massenheim, Flörsheim-Wicker (wichtiges Weinbaugebiet mit intensiver Weinbergdüngung!)

3.) in Höhe der Mainaue die Untermainebene

Höhenlage: ca. 100 m ü. NN bis 85 m ü. NN; dieser verhältnismäßig kleine Bereich des Untersuchungsgebietes ist dicht bebaut: ehem. KERAMAG-Fabrik, biologisch-mechanisches Gruppenklärwerk der Stadt Flörsheim, Tanklager mit Güterbahnhof und Mainhafen

Die Zugehörigkeit des Untersuchungsgebietes zu den drei Naturräumen Vortaunus, Main-Taunusvorland, Untermainebene ermöglicht eine erste Einschätzung, wie diese den Wickerbach und seine Nebenbäche beeinflussen.

Vom Vortaunus fällt die Geländeoberfläche relativ steil von 350 m auf 160–100 m ü. NN zum Main-Taunusvorland ab. In der Untermainebene endet sie dann allmählich bei 85 m ü. NN. Der Vortaunus ist zu etwa 2/3 bewaldet. Es herrschen Hainsimsen-Buchenwälder vor (KLAUSING & WEISS 1986). Der Anteil des Untersuchungsgebietes am Main-Taunusvorland und der Untermainebene ist dagegen fast völlig unbewaldet. Wegen der guten Ackereignung (KLAUSING & WEISS 1986) und der günstigen klimatischen Lage (s. Kap. 2.2) werden die Böden dieser zwei Naturräume intensiv landwirtschaftlich (z. T. für Sonderkulturen: Wein-, Obstbau u. Gemüseanbau) genutzt.

Die durchschnittlichen Lufttemperaturen liegen im Main-Taunusvorland und der Untermainebene bei 9–>9 °C, im Vortaunus bei 8–9 °C (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 117). Bei Betrachtung der Niederschläge ist die Untermainebene am trockensten (Jahresniederschläge 550–650 mm), während zum Main-Taunusvorland und zum Vortaunus hin die Jahresniederschläge auf 700 mm ansteigen (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 117).

Beim Durchfließen werden der Wickerbach und seine Nebenbäche deutlich von den drei Naturräumen beeinflußt. Das ist u. a. an physikalischen, chemischen und hydrobiologischen Gewässerparametern zu erkennen. Die Wassertemperatur nimmt vom Vortaunus zur Untermainebene kontinuierlich zu. Bei Naurod beträgt sie durchschnittlich 9,1 °C, im Main-Taunusvorland bei Massenheim 12,4 °C und an der Mündung 13,4 °C. Hier wird u. a. der Effekt, Gewässerbeschattung durch Wald im Vortaunus, starke Erwärmung des Bachwassers wegen fehlender Büsche und Bäume in großen Teilen des Main-Taunusvorlandes und der Untermainebene deutlich. Allerdings ist wie beim Abfluß und bei den chemischen Parametern zu bedenken, daß der Wickerbach und seine Nebenbäche im Bereich des Vortaunus die Abwässer von drei kleineren Kläranlagen und in der Untermainebene von einer Großkläranlage mit entspr. Sammler aufnehmen müssen. Die Abwässer beeinflussen Wassermenge, Wassertemperatur, Hydrochemie und Hydrobiologie des Baches sehr stark.

Der Abfluß beträgt im Vortaunus bei Naurod durchschnittlich 1,1 l/s (Trockenwetterabfluß-Messungen ohne Kläranlagenzufluß), bei Igstadt im Main-Taunusvorland 70 l/s (Zufluß von einer Kläranlage) und bei Flörsheim 117 l/s (Zufluß von drei Kläranlagen).

Hinsichtlich der chemischen Parameter: Elektrische Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat, Nitrit ist festzustellen, daß sie vom Vortaunus (bereits nach der ersten Kläranlage) bis zur Untermainebene eine zunehmende Wasserverschmutzung anzeigen, wobei im Main-Taunusvorland und der Untermainebene der Bach zusätzlich durch Düngemittel, Schädlingsbekämpfungsmittel etc. der Landwirtschaft und des Wein-, Gemüse-, Obstanbaues belastet wird (s. Kap. 3.2).

Der Sauerstoffgehalt des Wassers, ein wichtiger Faktor für die Lebewesen des Baches, schwankt besonders stark in den Naturräumen Main-Taunusvorland und Untermainebene (s. Kap. 3.2) und wird dort im Sommer häufig zum Minimumfaktor. Neben anderen Ursachen sind vor allem die sich über den gesamten Bachlauf ständig summierenden Einleitungen dafür verantwortlich.

Bezüglich der Naturräume finden sich nur noch an wenigen Stellen im Bereich des Vortaunus relativ intakte Lebensgemeinschaften des Gewässers. Im stärker anthropogen genutzten Main-Taunusvorland und in der Untermainebene sind fast nur Organismen zu finden, die sich der schlechteren Wasserqualität angepaßt haben.

2.2. Klima

Das Untersuchungsgebiet liegt im Klimaraum Südwestdeutschland und in den Klimabezirken Rhein–Maingebiet, zu einem kleinen Teil auch Taunus. In Südwestdeutschland herrschen milde Winter und warme Sommer vor. Die Niederschlagsmengen schwanken beträchtlich, je nach der Lage der Landschaften im Luv oder Lee zu den regenbringenden westlichen Winden (Deutscher Wetterdienst 1950).

Durch das submediterrane Klima der mittelrheinischen Tiefebene beeinflußt, liegen die Jahresdurchschnittstemperaturen in den Naturräumen Main-Taunusvorland und Untermainebene mit 9–>9°C recht hoch

(GEISTHARDT 1976: 82; KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 117). Bezeichnend ist das Fehlen extremer Sommer- und Wintertemperaturen. Es ist auf die ausgleichende Wirkung des Taunus zurückzuführen, der in seinen Höhenlagen ein subatlantisches Klima aufweist. Durch die zahlreichen Täler (Wickerbach-, Medenbach-, Klingenbachtal; s. Abb. 1) erfolgt eine ständige Frischluftzufuhr aus den kühleren, bewaldeten Höhen des Vortaunus, wodurch extreme Sommertemperaturen gemildert werden. Andererseits verhindert die Lage in einem nach S geöffneten Kessel das Einbrechen starker und rauher Winde aus dem N (LOETSCHERT 1973: 17; GEISTHARDT 1976: 82).

Bei baulichen Maßnahmen ist darauf zu achten, daß diese wichtigen Frischluftschneisen nicht noch weiter verschlossen werden!

Im Untersuchungsgebiet steigen mit zunehmender Höhe die Niederschläge von der Untermainebene und dem Main-Taunusvorland (550–650 mm durchschnittliche Jahresniederschläge) zum Vortaunus hin auf 700 mm durchschnittliche Jahresniederschläge an (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 117). Während des Sommerhalbjahres (1. April bis 30. September) fallen in der Regel in allen drei naturräumlichen Einheiten mehr Niederschläge als im Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März). Niederschlagsreichste Monate sind Juni, Juli und August (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 117).

Abb. 2 stellt die monatlichen Niederschlagssummen (mm) von 1977–1987 dar (Daten aus: Meteorologische Jahrbücher der Bundesrepublik Deutschland, Bde.: 1977–1987). Die Niederschlagsstationen Niedernhausen, Eppstein, Hofheim wurden für den Naturraum Taunus gewählt, die von Hofheim-Wallau, Hochheim für das Main-Taunusvorland und die von Hattersheim-Okriftel für die Untermainebene. Das zuvor angeführte, nämlich die höchsten Niederschlagssummen im Sommerhalbjahr, wird auch für den Untersuchungszeitraum 1977–1987 bestätigt; während dieser Zeit fielen die meisten Niederschläge von Mai bis August, die wenigsten von Oktober bis März.

Verglichen mit den übrigen Teilen Hessens kann das Untersuchungsgebiet, besonders die Bereiche Untermainebene/Main-Taunusvorland, als warm und trocken bezeichnet werden. Zum Vortaunus hin nehmen die Temperaturen ab und die Niederschläge steigen an.

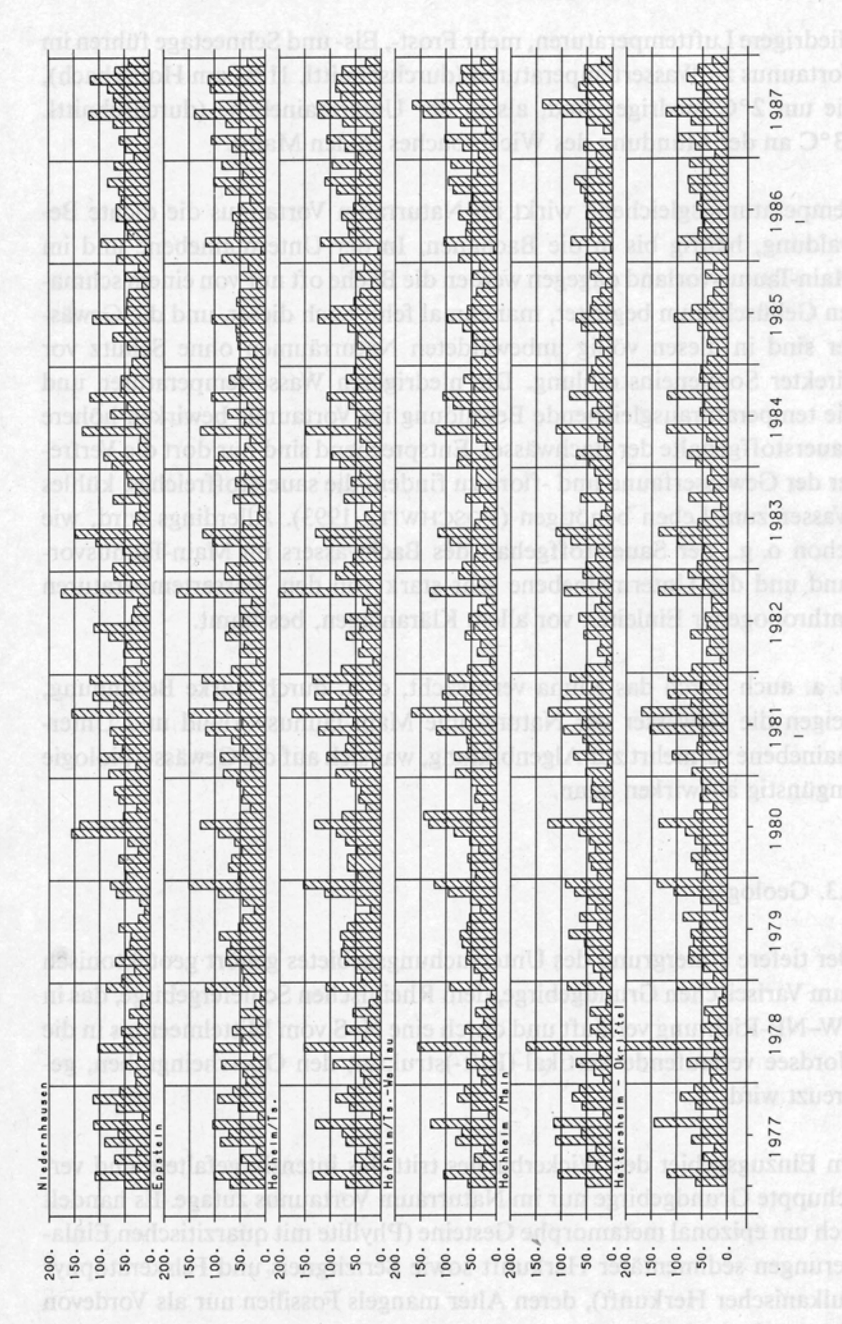


Abb. 2. Niederschlagssummen 1977–1987.

Niedrigere Lufttemperaturen, mehr Frost-, Eis- und Schneetage führen im Vortaunus zu Wassertemperaturen (durchschnittl. 11 °C am Hollerbach), die um 2 °C niedriger sind, als in der Untermainebene (durchschnittl. 13 °C an der Mündung des Wickerbaches in den Main).

Temperaturausgleichend wirkt im Naturraum Vortaunus die dichte Bewaldung, häufig bis in die Bachauen. In der Untermainebene und im Main-Taunusvorland dagegen werden die Bäche oft nur von einem schmalen Gebüschsaum begleitet, manchmal fehlt auch dieser, und die Gewässer sind in diesen völlig unbewaldeten Naturräumen ohne Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung. Die niedrigeren Wassertemperaturen und die temperaturausgleichende Bewaldung im Vortaunus bewirken höhere Sauerstoffgehalte der Bachwässer. Entsprechend sind nur dort die Vertreter der Gewässerfauna und -flora zu finden, die sauerstoffreiches, kühles Wasser zum Leben benötigen (POSCHWITZ 1993). Allerdings wird, wie schon o. g., der Sauerstoffgehalt des Bachwassers im Main-Taunusvorland und der Untermainebene sehr stark von den Wassertemperaturen anthropogener Einleiter, vor allem Kläranlagen, bestimmt.

U. a. auch durch das Klima verursacht, d. h. durch starke Besonnung, neigen die Gewässer der Naturräume Main-Taunusvorland und Untermainebene vermehrt zur Algenbildung, was sich auf die Gewässerbiologie ungünstig auswirken kann.

2.3. Geologie

Der tiefere Untergrund des Untersuchungsgebietes gehört geotektonisch zum Variscischen Grundgebirge, dem Rheinischen Schiefergebirge, das in SW–NE-Richtung verläuft und durch eine N–S vom Mittelmeer bis in die Nordsee verlaufende Vertikal-(Rift-)struktur, den Oberrheingraben, gekreuzt wird.

Im Einzugsgebiet des Wickerbaches tritt das intensiv gefaltete und verschuppte Grundgebirge nur im Naturraum Vortaunus zutage. Es handelt sich um epizonal metamorphe Gesteine (Phyllite mit quarzitischen Einlagerungen sedimentärer Herkunft sowie Serizitgneis und Felskeratophyr vulkanischer Herkunft), deren Alter mangels Fossilien nur als Vordevon eingestuft werden kann.

Diese metamorphen Gesteine des Vortaunus grenzen N Wiesbaden-Naurod an datierbare Sedimentgesteine des Unterdevons, nämlich die grauen und bunten phyllitischen Schiefer der Gedinne-Stufe (LEPPLA 1924; LEPPLA, MICHELS & SCHLOSSMACHER 1932).

Das Einzugsgebiet von Wicker- und Aubach wird hier durch die Wasserscheide zum Theißtal begrenzt, die von Hermeskeilsandstein und Taunusquarzit, der Siegen-Stufe des Unterdevons, gebildet wird.

Im übrigen Gebiet ist das Grundgebirge vom jüngeren Deckgebirge verhüllt, das dem Schiefergebirgsrumpf mehr oder weniger horizontal auflagert (ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Die Faltenzüge des Rheinischen Schiefergebirges sind als Folge der tektonischen Bewegungen bei der Auffaltung durch Quer- und Längsverwerfungen in einzelne Schollen zerlegt. Bei späterer tektonischer Beanspruchung lebten diese alten Bewegungsbahnen, insbesondere im Tertiär, zum Teil wieder auf (ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Im Streichen des Gebirges bildet sich in spätvariscischer Zeit ein Ablagerungsraum für Abtragungsschutt des Schiefergebirges unter überwiegend wüstenhaften Bedingungen, der Saar–Selke-Trog, dessen Nordwestgrenze morphologisch als Taunussüdrand in Erscheinung tritt. Dieser Trog ist mit mehreren hundert Meter mächtigen Ablagerungen des Rotliegenden gefüllt. Letzteres ist im nordöstlichen Teil des Arbeitsgebietes mit einer jungen Hochscholle zwischen dem Medenbach im W und dem Schwarzbach im E aufgeschlossen (Hofheimer Rotliegend-Horst) (KUEMMERLE & SEMMEL 1969).

Nach der Rotliegendzeit war im Bereich des Arbeitsgebietes ein Abtragungsraum, so daß Zechstein, Trias, Jura und Kreide nicht zur Ablagerung kamen. Erst im Tertiär drang das Meer des Mainzer Beckens bis an den Taunusrand vor und stand im Oligozän zeitweilig über die Hessische Senke mit dem Nordmeer in Verbindung. In dieser Zeit wurden im Arbeitsgebiet nahe der Küste am Taunusrand überwiegend Sande und Kiese abgelagert, beckenwärts dagegen mehr tonige und kalkige Sedimente. Während der gesamten Tertiärzeit erfolgten tektonische Vertikal-Bewegungen, die im Mainzer Becken und am Taunussüdrand zu einem

Schollenmosaik aus Hoch- und Tiefschollen (u. a. zur Heraushebung des Hofheimer Rotliegend-Horstes) führten. Mit der Ablagerung von pliozänen Tonen und Kiesen (z. B. Igstadter und Nordenstadter Wald) endet das Tertiär. Seit dieser Zeit sind die höher gelegenen Teile des Untersuchungsgebietes erneut der Abtragung unterworfen (KUEMMERLE & SEMMEL 1969; ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Im Quartär erfolgte die endgültige Ausgestaltung der heute vorhandenen Oberflächenformen. Durch weitere tektonische Schollenbewegungen wurden die heutigen Höhenunterschiede geschaffen. Die Gewässer schnitten in Hebungsgebiete ihre Läufe ein, wobei sie teils tektonischen Linien folgten, die als Zerrüttungszonen leicht ausgeräumt werden konnten, teils aber auch quer durch die tektonischen Einheiten hindurchgingen.

In den Senkungsgebieten entstanden zu dieser Zeit z. T. mächtige Sand- und Kiesablagerungen, vor allem als Ablagerungen von Flüssen (Ur-Main, Ur-Rhein). Klimatische Schwankungen, aber auch Hebungsperioden des Taunus, führten zur Bildung verschiedener Terrassen, deren älteste einige Dekameter über dem Niveau der die heutigen Flüsse begleitenden jüngsten Terrassen liegt. Aufgrund von Fossilfunden (Säugerreste) können sie verschiedenen Zwischeneiszeiten zugeordnet werden. In großer flächenhafter Verbreitung verhüllt Löß, ein kalkhaltiger, pleistozäner, aus Gletschern ausgeblasener Flugstaub, die unterlagernden Gesteine. Er ist unter feuchten Klimaten oberflächlich verlehmt. Durch Verlehmungshorizonte lassen sich die Lösse untergliedern (Zuordnung zu verschiedenen Interstadialen). In den Flußniederungen wurden die Ablagerungen der jüngsten Terrasse (Niederterrasse) von holozänem Auenlehm als Folge von Rodungsperioden des Menschen überdeckt (KUEMMERLE & SEMMEL 1969; ROTHAUSEN & SONNE 1984; SEMMEL 1968, 1972, 1972a, 1983; THEWS 1972).

Vordevon

Die ältesten, dem Variscischen Grundgebirge angehörenden Gesteine haben vordevonisches Alter. Sie sind schwach metamorph, haben sich aus Sedimentgesteinen, Ton- und Sandstein gebildet und liegen heute als Phyllite und Quarzite vor. Außerdem kommen Grünschiefer und Serizitgneis vor, die durch die Metamorphose von lagenhaft in die Sedimentgesteine eingelagerten Eruptivgesteinen entstanden sind. Diese Gesteine bilden den nördlichsten Teil des Arbeitsgebietes um Medenbach, Wildsachsen, Bremthal und Auringen (KUEMMERLE & SEMMEL 1969).

Perm

Rotliegendes

Im nordwestlichen Teil des Arbeitsgebietes, durch die Taunus-Südrandverwerfung scharf von den vordevonischen Schichten getrennt, bilden auf dem Hofheimer Horst die Ablagerungen des Rotliegenden den Untergrund. Als Gesteine treten fast ausschließlich Konglomerate und Breccien auf, die einen hohen Tonanteil besitzen. Sandsteine sind nur untergeordnet ausgebildet.

Diese Gesteine wurden aus Ablagerungsschutt des Taunus in der Saar–Selke-Senke gebildet. Daher setzen sich die Hauptbestandteile der Konglomerate und Breccien aus Quarzit und Quarz zusammen, die wegen des geringen Transportweges kaum gerundet oder nur kantengerundet sind. Die weichen Tonschiefer und Phyllite des Taunus sind fein zerrieben und stellen das Bindemittel dar (MARELL 1989; KUEMMERLE & SEMMEL 1969; ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Tertiär

Schichten tertiären Alters nehmen, abgesehen von den Quartärbildungen, den größten Teil der zutage tretenden Gesteine des Untersuchungsgebietes ein. Sie erstrecken sich in mehreren lokal unterbrochenen Gebietsstreifen von den Taunushängen im N bis zum Main am südlichen Blattrand. Die ungleichmäßige Verbreitung der quartären Bedeckung hat zur Folge, daß die Tertiärunterlage vor allem an den nach W und SW geneigten Talhängen zutagetritt (KUEMMERLE & SEMMEL 1969; ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Oligozän

Die Ablagerungen des Tertiärmeeres begannen im Mitteloligozän mit Meeressand, Rupelton und Schleichsand. Sie sind überwiegend N Delkenheim an den östlichen Hängen des Wickerbaches, Medenbaches und Klingenbaches aufgeschlossen. Im südlichen Untersuchungsgebiet wurden sie in Bohrungen angetroffen und treten als hellgraue Tone und schluffige Feinsande auf. Den größten Flächenanteil der im Arbeitsgebiet vorhandenen präquartären Ablagerungen nimmt das Oberoligozän mit seinen Cyrenenmergeln ein. Das Gesteinsmaterial ist ein hellgrauer bis grünlicher Mergel oder mergeliger Ton, in den gelegentlich Feinsandlinsen eingelagert sind. Lokal kommen kohlige Tonlagen, Braunkohlenschmitzen und Kohlenflöze vor (Grube „Wiesbaden" am Südhang des Falkenberges).

Oberoligozäne Gesteine stehen S Delkenheim bis zur Weidenmühle, am östlichen Hang des Wickerbaches und am südlichen Hang des Falkenberges an.

Untermiozän

Untermiozäne Schichten (Landschneckenkalk, Cerithienschichten, *Inflata*-Schichten, Hydrobienschichten) sind nur südlich der Straße Hochheim–Wicker auf der Tiefscholle des SE–NW streichenden Falkenberg-Grabens erhalten und aufge-

schlossen. Sie reichen bis zum Main. Als Gesteine treten sie überwiegend als Ton- und Kalkmergel auf. Mächtigere Kalkbänke sind nur in den Unteren Hydrobienschichten vertreten und sollen künftig wieder im Steinbruch „Flörsheim“ der Firma Dyckerhoff-Zementwerke AG abgebaut werden (s. Kap. 4.2.3). Die oligozänen und miozänen Ablagerungen sind vielfach kalkhaltig. Folglich erfährt der Wickerbach beim Durchfließen dieser Schichten eine Aufhärtung.

Pliozän

Der größte Teil der pliozänen Ablagerungen (Tone, Quarz-Kiese) wurde im Arbeitsgebiet während des Quartärs abgetragen. Es gibt nur noch kleinere isolierte Vorkommen am Falkenberg, südlich der Hockenberger-Mühle und N und S Wildsachsen (KUEMMERLE & SEMMEL 1969; ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Quartär

Pleistozän

Der nördliche Teil des Untersuchungsgebietes wurde im Quartär gehoben, während der südliche Teil absank. SEMMEL hat in einer Reihe von grundlegenden Arbeiten (SEMMEL 1968, 1972, 1972a, 1983) im Bereich des nördlichen Oberrheingrabens und seiner Randgebiete eine Terrassenfolge T1–T7 (mit der ältesten beginnend) erarbeitet. Im Untersuchungsgebiet unterscheidet er (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 52 ff.) zwischen Terrassenresten am Taunusrand und Mainterrassen. Die Mainterrassen unterteilt er in t(1)-Terrasse bis t(7)-Terrasse des Mains. Weiterhin untergliedert er in Terrassen der Nebentäler und Schwemmfächer.

Die Terrassenablagerungen wurden von pleistozänem Löß überlagert, dessen Kalkgehalt zur Aufhärtung der Gewässer beiträgt.

Holozän

Das Holozän ist durch Verfüllung der Altläufe des Mains und der Bäche mit Hochflutlehm bzw. Auenlehm gekennzeichnet. In den alten Mainläufen, in der Nähe von Quellen und z. T. in den Bachauen bildeten sich Nieder- oder Anmoore (s. Kap. 2.5).

Weitere Einzelheiten über den geologischen Aufbau des Gebietes können den Geologischen Karten 1:25000 und Erläuterungen entnommen werden (s. Schriftenverzeichnis).

Die Geomorphologie des Untersuchungsgebietes spiegelt den sehr unterschiedlichen geologischen Aufbau dieser Landschaft wider. Bezogen auf die Fließgewässer lassen die geologischen Verhältnisse der drei Naturräume Vortaunus, Main-Taunusvorland und Untermainebene erste Rückschlüsse auf die Gewässerchemie zu (s. Kap. 2.4 und 3.2).

Im Naturraum Vortaunus grenzt THEWS 1972 und THEWS in KUEMMERLE & SEMMEL (1969) die weichen, lößunbeeinflußten Vordevonwässer (GH 4,8° dH) von den lößbeeinflußten Grundwässern im Main-Taunusvorland und der Unter-

mainebene ab (GH 15–18° dH). Im Bereich des „Falkenberges" erfährt das lößbeeinflußte Grundwasser durch die miozänen Kalksteine eine weitere Aufhärtung (GH 20–22° dH).

Die GH-Werte der Fließgewässer betragen im Naturraum Vortaunus bis 8° dH, im Main-Taunusvorland und der Untermainebene bis 38° dH. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß diese hohen Werte nicht ausschließlich geologisch bedingt sind, sondern auch durch anthropogene Einflüsse in den beiden zuletzt genannten Naturräumen verursacht werden.

2.4. Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet läßt sich in vier hydrogeologische Einheiten mit unterschiedlichen Grundwasserverhältnissen gliedern (THEWS in KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 110 ff.): die Kluftgrundwasserleiter im Vortaunus (sedimentäre und metamorphe Gesteine des Vordevons und Konglomerate bzw. Breccien des Rotliegenden), die geringmächtigen Porengrundwasserleiter des Main-Taunusvorlandes (Tertiär- und Pleistozänschichten), den kleinflächigen Karstgrundwasserleiter des Falkenberges (miozäne Kalksteine) und die mächtigen Porengrundwasserleiter der Untermainebene (pleistozäne und pliozäne Sande und Kiese; s. Kap. 2.3).

Vom Aufbau her sind die vordevonischen Gesteine kompakt und für das Wasser nahezu undurchlässig. Erst durch Verwitterung oder tektonische Beanspruchung entstanden Klüfte, in denen eine Wasserbewegung stattfinden kann. Häufig bilden sich in solchen Spalten hydraulisch abgeschlossene Systeme, die keine Verbindung zu den Nachbarklüften haben. Verfügen sie über ein kleines Einzugsgebiet, sind die in ihnen zu erwartenden Grundwassermengen gering.

Noch schlechter sieht es hinsichtlich der Grundwasserbewegung bei den Konglomeraten und Breccien des Rotliegenden aus, weil sie meist tonig gebunden sind. Dadurch kommt es bei tektonischer Beanspruchung nur zu plastischen Verformungen ohne Bildung offener Klüfte.

In den Tertiär- und Pleistozänschichten des Main-Taunusvorlandes sind geringmächtige Porengrundwasserleiter ausgebildet. Die Tertiärschichten der Oligozänstufe sind wegen ihrer Feinkörnigkeit zumeist schlechte

Grundwasserleiter; außerdem befinden sich über den Tertiärschichten teilweise eiszeitliche Ablagerungen (Terrassen) des Mains und der Taunusbäche. Diese Terrassen sind mit einer bis zu 5 m mächtigen, oberflächlich verlehmten Lößschicht bedeckt. Im Untersuchungsgebiet liegen drei Terrassen dieser Art. Sie liefern geringe Grundwassermengen.

Flächenmäßig bilden die miozänen Kalksteine des „Falkenberges" nur einen kleine Einheit. Sie können als Karstgrundwasserleiter mit tiefliegendem Grundwasserspiegel angesprochen werden. Das Wasser sammelt sich in den Karsthohlräumen und speist einen durch Steinbruchbetrieb künstlich geschaffenen See. Wahrscheinlich wird ein Teil des Grundwassers auch unterirdisch dem dicht vorbeifließenden Wickerbach zugeführt.

Die mächtigen Porengrundwasserleiter der Untermainebene werden aus pleistozänen und pliozänen Sand- und Kiesbänken aufgebaut, wobei die pleistozänen Ablagerungen ziemlich einheitlich aus Kies und Sand ohne nennenswerte, feinkörnige Zwischenlagen bestehen. Die pliozänen Schichten sind dagegen wesentlich inhomogener und enthalten mehr oder weniger mächtige Tonlagen. Dadurch kann es zu hydraulischen Trennungen (Grundwasser-Stockwerkbildung) kommen. Diese Stockwerke haben aber größtenteils über Umwege Verbindung miteinander, da die Tonlagen nicht durchgehend, sondern eher linsenförmig ausgebildet sind. Somit führt dieser Bereich des Untersuchungsgebietes, trotz örtlicher Trennung in einzelne Stockwerke, das meiste Grundwasser (THEWS in KUEMMERLE & SEMMEL 1969).

Nach der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers kann im Untersuchungsgebiet zwischen lößbeeinflußten Wässern und Wässern, die durch Löß unbeeinflußt blieben, unterschieden werden. Diese Wässer können zusätzlich noch anthropogen beeinflußt sein.

Lößbeeinflußte Grundwässer sind im Bereich des Main-Taunusvorlandes und der Untermainebene weit verbreitet. Das Grundwasser härtet sich beim Durchsickern durch den kalkhaltigen Löß erheblich auf. Unter natürlichen Verhältnissen kann man für dieses Grundwasser folgende chemische Beschaffenheit zugrunde legen (THEWS in KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 130):

GH	15–18° dH
NKH	2– 3° dH
Cl^-	5–10 mg/l
SO_4^{2-}	5–20 mg/l
NO_3^-	15 mg/l

Im Bereich des „Falkenberges“ erfährt das lößbeeinflußte Grundwasser durch die geologische Beschaffenheit (miozäne Kalksteine) eine weitere Aufhärtung. Zusätzlich ist die Verschmutzungsgefahr des Grundwassers erhöht (Karstgrundwasserleiter). Nähere Einzelheiten zeigt die chemische Analyse (THEWS in KUEMMERLE & SEMMEL 1969, Tab. 15: Nr. 13):

GH	20,21–22,10° dH
KH	14,60° dH
NKH	5,60– 7,60° dH
Cl^-	38,30–39,10 mg/l
NO_3^-	0– 7,50 mg/l

Die durch Löß unbeeinflußten Grundwässer („Vordevon“-Wässer und Rotliegendwässer) schließen sich im Bereich des Vortaunus den lößbeeinflußten Wässern an. Folgende chemische Eigenschaften sind für diese Wässer typisch (THEWS in KUEMMERLE & SEMMEL 1969, Tab. 15: Nr. 22, 23):

„Vordevon“-Wässer

GH	4,8° dH
KH	3,9° dH
NKH	0,9° dH
Cl^-	10,0 mg/l
NO_3^-	5,5 mg/l

Rotliegendwässer:

GH	14,3–16,8° dH
KH	13,4–15,1° dH
NKH	0– 2,4° dH
Cl^-	13,0–17,0 mg/l
NO_3^-	0– 4,0 mg/l

Die intensive landwirtschaftliche Nutzung mit häufig überhöhter Düngung, außerdem die Verlagerung der Bautätigkeit vom Rhein–Main-Ballungsgebiet zum Vortaunus, läßt eine erhöhte anthropogene Belastung des Grund- und Oberflächenwassers erwarten.

2.5. Böden

Durch Verwitterung, Mineralneubildung, Gefügebildung, Verwesung und Humifizierung der mineralischen und organischen Ausgangssubstanz wird der Bodenkörper geformt. Darüber hinaus macht er unter dem Einfluß von Umweltfaktoren eine Weiterentwicklung zu einem Bodentyp mit charakteristischen Merkmalen durch. Die wichtigsten Faktoren der Pedogenese sind Ausgangsgestein, Relief, Klima, Wasser, Flora, Fauna, Bildungsdauer und Eingriffe des Menschen. Alle wirken zeitlich gemeinsam auf den Boden ein und können sich gegenseitig beeinflussen (KUEMMERLE & SEMMEL 1969).

Im Untersuchungsgebiet änderten sich die bodenbildenden Faktoren zeitlich und räumlich häufig, so daß eine Reihe verschiedener Bodentypen entstand (BARGON, STOEHR & ZAKOSEK 1967; FICKEL & ZAKOSEK 1968, 1974; SEMMEL 1970). Aus den silikatischen metamorphen Gesteinen des „Vordevon" sind im Vortaunus zunächst Ranker, aus karbonatischen Gesteinen und Löß Rendzinen, hervorgegangen (FICKEL & ZAKOSEK 1968, 1974).

Die Weiterentwicklung dieser Böden führte zu Braunerden, Parabraunerden und Pararendzinen. Pseudogleye entstanden bei behindertem Sickerwasserabzug, Gleye, Auenböden und kleinflächig Niedermoore bei mehr oder weniger starkem Einfluß von Grundwasser aus periglazialen Schuttdecken (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 145–148).

Ranker sind in geringer Ausdehnung auf den Hängen des Wickerbachtales (SE Naurod, südöstlich der Hockenberger Mühle, nordwestlich und südöstlich der Untermühle, südöstlich des Finkenhofes, des Medenbachtales (SE Medenbach) und des Klingenbachtales (NE und S Breckenheim) zu finden (FICKEL & ZAKOSEK 1968; SEMMEL 1970; s. Abb. 1). Es sind Böden mit Ah-C-Profil, geringen Lößbeimengungen und einem Karbonatgehalt < 10%. Bei einer durchschnittlichen Entwicklungstiefe von ca. 30 cm sind die Bodenarten lehmiger Sand und sandiger oder schluffiger Lehm, z. T. stark steinig grusig. Das Wasserspeichervermögen der Ranker ist schlecht. Deswegen sind sie keine günstigen Pflanzenstandorte und werden nur von einer entsprechend angepaßten Flora besiedelt.

Pararendzinen treten im Wickerbachtal kleinflächig westlich der Kläranlage Auringen und südöstlich der Hockenberger Mühle, großflächig südwestlich der Hockenberger Mühle auf (BARGON, STOEHR & ZAKOSEK 1967; FICKEL & ZAKOSEK 1968). Im Medenbachtal liegen kleinere Rendzina-Flächen W Medenbach und südwestlich der Kläranlage Medenbach (FICKEL & ZAKOSEK 1974; SEMMEL 1970). Verhältnismäßig großflächige Vorkommen sind am Klingenbach auf der westlichen Talseite zwischen Klingenmühle und Breckenheim zu finden (FICKEL & ZAKOSEK 1974; SEMMEL 1970; s. Abb. 1). Rendzinen sind ebenfalls Böden mit Ah-C-Profil und einem Karbonatgehalt > 40%. Im Untersuchungsgebiet gingen sie aus Löß hervor. Die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt ca. 50 cm. Lehmiger Sand, lehmiger oder toniger Schluff und schluffiger Lehm sind die Bodenarten (FICKEL & ZAKOSEK 1974; SEMMEL 1970).

Im Gegensatz zu den flachgründigen Rankern und Rendzinen stellen die tiefgründigeren Braunerden günstigere Pflanzenstandorte dar. Sie entwickelten sich dort, wo der periglaziale Deckschutt über den metamorphen Ausgangsgesteinen in seiner natürlichen Mächtigkeit erhalten blieb. Kleinflächige Vorkommen befinden sich im Wickerbachtal auf der östlichen Talseite zwischen Obermühle und Finkenhof. Die Mächtigkeit beträgt ca. 60 cm. Bodenarten sind sandiger Lehm bis Lehm, oft steinig (SEMMEL 1970).

Parabraunerden sind im Untersuchungsgebiet großflächig vertreten. Durch vertikale Verlagerung von Tonmineralien kam es zur Entstehung der Al- und Bt-Horizonte. Die Parabraunerden gingen aus Löß oder Lößlehm hervor. Ihre durchschnittliche Mächtigkeit beträgt ca. 30–100 cm. Bodenarten sind sandiger Schluff und sandiger, schluffiger oder toniger Lehm (Vorkommen: Wickerbachtal: zwischen Wickerbach und Aubach SE Naurod, westliche und östliche Seite des Wickerbachtales, zwischen Auringen und Hockenberger Mühle, und zwischen Obermühle und Finkenhof; Medenbachtal: N und S Medenbach; Hollerbachtal NE Wildsachsen und W Breckenheim) (BARGON, STOEHR & ZAKOSEK 1967; FICKEL & ZAKOSEK 1968, 1974; SEMMEL 1970; s. Abb. 1).

Pseudogleye treten im Untersuchungsgebiet relativ großflächig auf, vernässen zeitweilig und werden durch den meist schroffen Wechsel zwischen Naß- und Trockenphasen geprägt. Typisch ist der marmorierte und gefleckte Sd-Horizont. Er entsteht in der nassen Phase durch Reduktion und Diffusion der Fe- und Mn-Verbindungen entlang Konzentrationsgradienten. Entgegengesetzt dazu, kommt es in der trockenen Phase zur Oxydation und Immobilisierung. Im Gegensatz zum Gley bilden sich keine getrennten Oxydations- und Reduktionshorizonte aus, vielmehr entsteht, außer im Sw-Horizont, ein Nebeneinander von Fe- und Mn-Anreicherungs- und Verarmungszonen. Die Pseudogleye des Untersuchungsgebietes sind aus Lößlehm, lößlehmhaltigem Solifluktionsschutt oder tertiärem Ton entstanden und durchschnittlich ca. 60–100 cm mächtig. Bodenarten sind sandiger bis lehmiger Schluff, sandiger, schluffiger oder toniger Lehm, z. T. steinig-grusig bzw. steinig-kiesig (Vorkommen: Wickerbachtal: zwischen Wickerbach und Aubach E und SE Naurod, nordöstlich des Steubenhofes, NE Auringen, nordöstlich der Untermühle; Medenbachtal: N Medenbach; Klingenbachtal: N Wildsachsen, östlich der Klingenmühle, NE Breckenheim) (BARGON, STOEHR & ZAKOSEK 1967; FICKEL & ZAKOSEK 1968, 1974; SEMMEL 1970; s. Abb. 1).

Auenböden nehmen die Auen des Wickerbaches, Medenbaches und Klingenbaches ein. Dazu zählt man Böden, die aus den Sedimenten der Fluß- und Bachtäler hervorgegangen sind. Sie werden oder wurden periodisch überflutet und stehen unter dem Einfluß eines schwankenden Grundwasserspiegels, der mit dem Wasserspiegel der Vorfluter kommuniziert. Im Untersuchungsgebiet sind großflächig die mineralischen Bodentypen Gley sowie Auenböden und kleinflächig der organische Bodentyp des Niedermoors vertreten. Die Grundwasseroberfläche unter den Gley- und Auenböden ist örtlich durch Dränung oder Begradigung der Bachläufe abgesenkt. Dabei entstanden Böden aus Auenlehm, z. T. auch aus Kolluvial-

lehm. Sie sind durchschnittlich 60–100 cm mächtig. Die Bodenarten sind sandiger bis toniger Lehm, oft steinig-grusig-kiesig. Niedermoore treten nur sehr kleinflächig im Unterlauf den Aubaches auf (E und S Auringen). Die Torfdecke über lehmigem Sand ist teilweise mächtiger als 60 cm (BARGON, STOEHR & ZAKOSEK 1967; FICKEL & ZAKOSEK 1968, 1974; SEMMEL 1970).

Ausgangsgesteine für die Böden des Main-Taunusvorlandes sind hauptsächlich Tertiär- und Quartär-Gesteine. Entlang des Wickerbachtales von Wallau bis zur Mündung herrschen auf der westlichen Seite erodierte Parabraunerden aus Löß (ca. 30–60 cm mächtig; Bodenart: sandiger Lehm bis Lehm) vor, die nur kleinflächig von Rankern aus Kolluviallehm (Bodenart: sandiger Lehm bis Lehm) unterbrochen werden. Auf der östlichen Seite liegen durch Rigolen veränderte Rendzinen aus tertiären Tonmergeln oder kiesigem Löß (Bodenart: lehmiger Ton bis Ton, bzw. sandiger Lehm, oft steinig). Flächenmäßig treten hier die Parabraunerden gegenüber den Rendzinen zurück. In der Talaue liegen Braune Auenböden und Auengleye aus Auenlehm und z. T. Kolluviallehm (Bodenart: sandiger Lehm bis Lehm) (SEMMEL 1970). Durch ihren hohen Lößanteil gehören die Böden des Main-Taunusvorlandes zu den besten Standorten des Untersuchungsgebietes, was durch ihre intensive landwirtschaftliche Nutzung (z. T. Sonderkulturen) unterstrichen wird.

Nördlich des „Falkenberges“, der aus miozänen Kalksteinen besteht, haben sich bis 30 cm mächtige Rendzinen (Bodenart: toniger Lehm, oft steinig) und 30–60 cm mächtige Braunerden aus Flugsand (Bodenart: Sand bis anlehmiger Sand) entwickelt. Der im Untersuchungsgebiet liegende Teil der Untermainebene besteht größtenteils aus künstlich verändertem Gelände (SEMMEL 1970). Bei ungestörter Entwicklung wären hier, im engeren Hochflutbereich des Mains, Auenrendzinen, Auenbraunerden und Auengleye aus kalkhaltigem Auenlehm zu erwarten.

Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Bodentypen und -arten können auch zur Abgrenzung der Naturräume Vortaunus, Main-Taunusvorland und Untermainebene dienen.

Aus den metamorphen „Vordevon“-Gesteinen des V o r t a u n u s sind vor allem die Bodentypen Ranker, Rendzinen, Parabraunerden und Pseudogleye hervorgegangen. Die Ranker sind flachgründig, karbonatfrei (sauer bis stark sauer) und neigen zur Erosion. Auch wegen ihres oft mangelhaften Wasserspeichervermögens sind es keine besonders günstigen Pflanzenstandorte (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 145). Großflächig sind sie im Wickerbachtal, zwischen Obermühle und Gerbermühle, im Medenbachtal S Medenbach, am Klingenbach westlich der Neumühle und am Rohrgraben S Breckenheim, zu finden (FICKEL & ZAKOSEK 1968, 1974; SEMMEL 1970).

Da im Vortaunus die Quellgebiete des Wickerbaches und seiner Nebenbäche liegen, kann die Gewässerversauerung durch Immissionen, zusätzlich durch diese natürlichen Gegebenheiten verstärkt werden. Beim Betrachten der pH-, GH-, KH- und NKH-Werte des Wickerbaches und seiner Nebenbäche an den o. g. Standorten sind noch keine Gewässerversauerungs-Tendenzen festzustellen.

Die relativ kleinflächigen Ranker im Naturraum Vortaunus werden von großflächigen karbonathaltigen Rendzinen und Parabraunerden umgeben; diese können z. Zt. noch „Pufferfunktion" gegenüber den Immissionen ausüben.

Stark karbonathaltige Rendzinen befinden sich in größerer Ausdehnung, vor allem in Klingenbachtal, zwischen Klingenmühle und Breckenheim. Es sind, wie die Ranker, flachgründige Böden (Bodenart: sandiger, steiniger Lehm), die zur Austrocknung und Wassererosion neigen (SEMMEL 1970). Die im Bereich des Vortaunus großflächig verbreiteten Parabraunerden sind je nach Genese und Lößgehalt stark karbonathaltig bis karbonatfrei. Wegen ihrer größeren Gründigkeit stellen die Parabraunerden günstigere Standorte für die natürliche Vegetation (Hainsimsen-Buchenwälder) dar, als Ranker und Rendzinen (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 145, 146). In den Quellgebieten herrschen stark karbonathaltige bis schwach sauere Pseudogleye vor. Ihr Wasserhaushalt ist allgemein ausgeglichen. Besonders in Mulden kann es zu Staunässe kommen. Es sind günstige Böden für die wechselfeuchten Hainsimsen-Buchenwälder (FICKEL & ZAKOSEK 1974).

Im Main-Taunusvorland und der Untermainebene bilden die Tertiär-Gesteine, soweit der Kalkgehalt bis an die Oberfläche reicht, das Ausgangsgestein für Rendzinen (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 146). Sie sind im Wickerbachtal, zwischen Delkenheim und Mündung Wickerbach–Main, großflächig anzutreffen. Bei Massenheim und Wicker sind sie durch Rigolen verändert und werden bevorzugt für den Weinbau genutzt (SEMMEL 1970). Auf den kalkfreien Tertiär-Gesteinen sind Ranker (kleinflächig an der Schlagmühle, S Delkenheim, S Massenheim, an der Straßenmühle; s. Abb. 1) und großflächig Parabraunerden anzutreffen. Da das gesamte Main-Taunusvorland unbewaldet ist und intensiv landwirtschaftlich genutzt wird, kann unter Ackerflächen der normalerweise auf den tertiären Kiesen ausgebildete Deckschutt durch Bodenero-

sion und Tiefpflügen vollständig abgetragen sein, so daß der Ap-Horizont aus kiesigem Sand (Solum: Kies) bzw. sandigem Lehm bis Lehm (Solum: tertiäre Tone oder Mergel) besteht, wobei letztere Variante einen verbesserten Standort darstellt (höherer Basengehalt, bessere Wasserkapazität) (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 147).

Auf den quartären Sedimenten, vor allem auf den ausgedehnten Lößflächen, sind vorwiegend Parabraunerden zu finden, die wegen ihrer günstigen Bodenart, hohem Basengehalt, günstiger Struktur, guter Wasserkapazität und Tiefgründigkeit zu den besten Standorten des Untersuchungsgebietes gehören (KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 147). Am „Falkenberg" liegt kleinflächig Braunerde, deren Ausgangsgestein Flugsand, im oberen Bereich mit vulkanischen Beimischungen (Laacher Bimstuff) ist (KUEMMERLE & SEMMEL 1969). Ökologisch ist es ein Standort mit einer für Hessen seltenen Trockenrasengesellschaft (s. Kap. 4.2.3).

In den Bachauen sind vorzugsweise Grundwasserböden: Braune Auenböden, Gleye und in geringer Ausdehnung in den Quellgebieten Niedermoore (E, S Auringen) bzw. Anmoorgleye (E Wildsachsen, NW Medenbach) zu finden. Soweit sie noch nicht anthropogen verändert wurden, sind es ökologisch besonders schützenswerte Standorte.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß durch günstige Bodentypen, -arten in allen drei Naturräumen (großflächige, karbonathaltige, z. T. stark karbonathaltige Böden) eine Gewässerversauerung des Wickerbaches und seiner Nebenbäche durch Immission etc. z. Zt. noch verhindert wird.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1. Hydrologische Verhältnisse und ökologische Situation im Untersuchungsgebiet

Der Wickerbach mit seinen Nebenbächen Aubach, Medenbach und Klingenbach ist ein stark anthropogen geprägtes Gewässer, wie es für das Ballungsgebiet Rhein–Main typisch ist. Sein Einzugsgebiet beträgt ca. 70 km^2. Die Quellgebiete liegen im Naturraum Vortaunus (s. Kap. 2.1) ca. 260–350 m ü. NN.

Entsprechend der hydrologischen und biozönotischen Längsgliederung der Fließgewässer (ENGELHARDT 1986: 28 f.; SCHOENBORN 1992: 45) können die im Naturraum Vortaunus liegenden Oberläufe von Wicker-

bach, Aubach, Medenbach, Klingenbach der Region Mittelgebirgsbach und die in den Naturräumen Main-Taunusvorland/Untermainebene liegenden Mittel-/Unterläufe der Region Niederungsbach zugeordnet werden. Diese Zuordnung wird von anthropogenen Eingriffen deutlich überprägt. Typische Eigenschaften des Mittelgebirgsbaches (BELLMANN 1988: 10 f.) wie z. B. turbulente Wasserbewegung mit guter Sauerstoffversorgung, Schwankung der Wassertemperatur in relativ engen Grenzen werden durch Gewässerbaumaßnahmen und Einleitung von Fremd- bzw. Abwässern mehr oder weniger stark verändert. Im Bereich des Niederungsbaches wurde vom Menschen vor allem die typische Mäanderbildung beseitigt. Um Hochwässer zu vermeiden, begradigte man das Bachbett und legte es teilweise mit Steinen aus. Beispiele dafür sind im gesamten Gewässersystem, selbst in den Bachoberläufen und kurz hinter den Quellen, zu finden.

Um zu ermitteln, inwieweit der Basisabfluß (Trockenwetter-Abfluß) (SCHWOERBEL 1987: 16) des Wickerbaches und seiner Nebenbäche aus den Quellen oder aus den Kanälen stammt, wurden neben drei Trockenwetter-Abflußmessungen im März/April 1985 die Quellen und Dräne (Entwässerungsrohre bzw. Quellfassungen) im Untersuchungsgebiet kartiert. Die Termine März/April sind kurz nach der Schneeschmelze bzw. längeren Regenperioden gewählt worden, um möglichst alle Quellen und Dräne zu erfassen. Beim Ausbleiben der Niederschläge in den niederschlagsreichsten Monaten Juni bis August (s. Kap. 2.2) können Dräne, die stark vom Oberflächenwasser abhängig sind, völlig verschwinden, z. B. die Dräne im Oberlauf des Medenbaches (Abb. 3: 38, 39) oder die Beprobungsstelle E 27 (Abb. 4), die in manchen Jahren (z. B. 1986) von Juli bis Oktober trockenfiel.

Der größte Teil der **Dräne und Quellen,** die überwiegend als Helokrene (Sicker- oder Sumpfquellen; ENGELHARDT 1986: 14 f.), nur vereinzelt als Limnokrene (Tümpelquellen; ENGELHARDT 1986: 14 f.) zutage treten, liegt im Bereich der vordevonischen Gesteine, d. h. der Phyllite und Serizitgneise. Es sind z. T. Hangschuttquellen bzw. Quellen, die von Kluftgrundwasserleitern gespeist werden und dort zu finden sind, wo sich in den kompakten, wasserdurchlässigen vordevonischen Gesteinen Auflockerungszonen und Spalten gebildet haben (THEWS in KUEMMERLE & SEMMEL 1969: 110–111; THEWS 1972: 9–11).

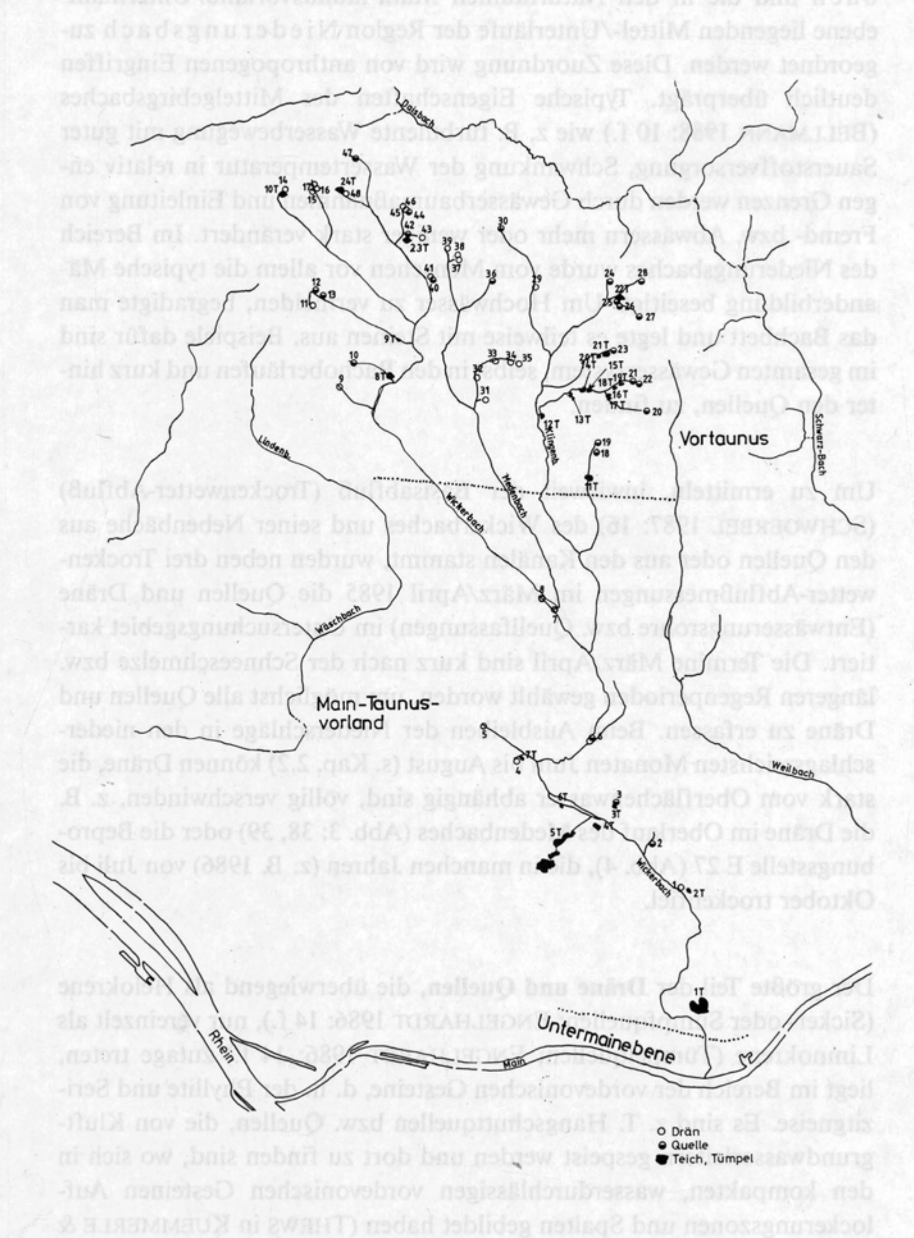


Abb. 3. Quellen, Dräne, Tümpel, Teiche.

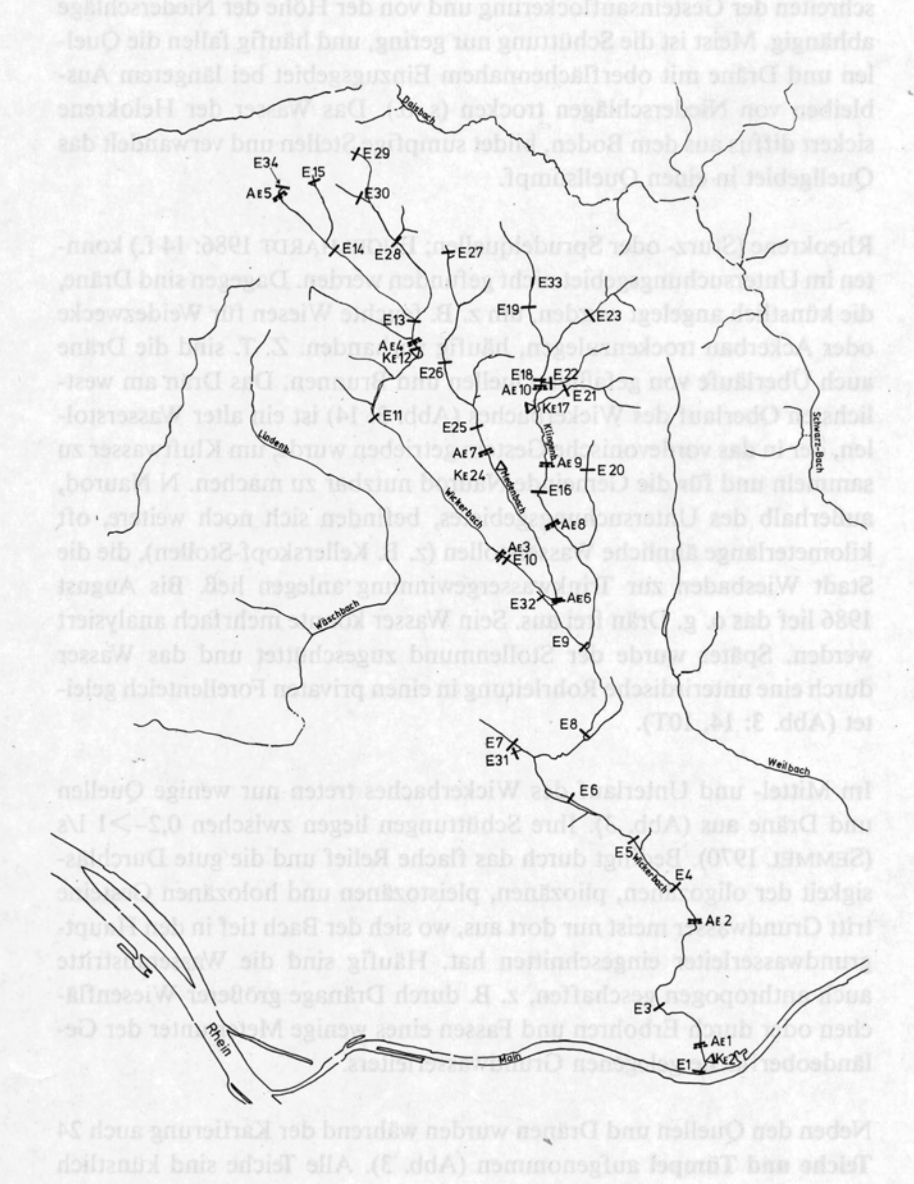


Abb. 4. Meßstellen (Lage der Meßstellen s. a. POSCHWITZ 1993).

Ihre Schüttung ist von der Größe und Tiefe des Kluftgrundwasserleiters, seiner Verbindung zu benachbarten Kluftgrundwasserleitern, dem Fortschreiten der Gesteinsauflockerung und von der Höhe der Niederschläge abhängig. Meist ist die Schüttung nur gering, und häufig fallen die Quellen und Dräne mit oberflächennahem Einzugsgebiet bei längerem Ausbleiben von Niederschlägen trocken (s. o.). Das Wasser der Helokrene sickert diffus aus dem Boden, bildet sumpfige Stellen und verwandelt das Quellgebiet in einen Quellsumpf.

Rheokrene (Sturz- oder Sprudelquellen; ENGELHARDT 1986: 14 f.) konnten im Untersuchungsgebiet nicht gefunden werden. Dagegen sind Dräne, die künstlich angelegt wurden, um z. B. feuchte Wiesen für Weidezwecke oder Ackerbau trockenzulegen, häufig vorhanden. Z. T. sind die Dräne auch Überläufe von gefaßten Quellen und Brunnen. Das Drän am westlichsten Oberlauf des Wickerbaches (Abb. 3: 14) ist ein alter Wasserstollen, der in das vordevonische Gestein getrieben wurde, um Kluftwasser zu sammeln und für die Gemeinde Naurod nutzbar zu machen. N Naurod, außerhalb des Untersuchungsgebietes, befinden sich noch weitere, oft kilometerlange ähnliche Wasserstollen (z. B. Kellerskopf-Stollen), die die Stadt Wiesbaden zur Trinkwassergewinnung anlegen ließ. Bis August 1986 lief das o. g. Drän frei aus. Sein Wasser konnte mehrfach analysiert werden. Später wurde der Stollenmund zugeschüttet und das Wasser durch eine unterirdische Rohrleitung in einen privaten Forellenteich geleitet (Abb. 3: 14, 10T).

Im Mittel- und Unterlauf des Wickerbaches treten nur wenige Quellen und Dräne aus (Abb. 3). Ihre Schüttungen liegen zwischen 0,2–>1 l/s (SEMMEL 1970). Bedingt durch das flache Relief und die gute Durchlässigkeit der oligozänen, pliozänen, pleistozänen und holozänen Gesteine tritt Grundwasser meist nur dort aus, wo sich der Bach tief in den Hauptgrundwasserleiter eingeschnitten hat. Häufig sind die Wasseraustritte auch anthropogen geschaffen, z. B. durch Dränage größerer Wiesenflächen oder durch Erbohren und Fassen eines wenige Meter unter der Geländeoberfläche gelegenen Grundwasserleiters.

Neben den Quellen und Dränen wurden während der Kartierung auch 24 **Teiche und Tümpel** aufgenommen (Abb. 3). Alle Teiche sind künstlich angelegte Wasserflächen und befinden sich im Besitz von Privatleuten bzw. Angelvereinen. Meist haben diese Angelteiche regulierbare Zu- und

Abflüsse. Die größeren Teiche im Unterlauf des Wickerbaches entstanden durch Kiesabbau (Abb. 3: 4T, 5T) und Steinbruchbetrieb (Abb. 3: 1T), d. h. es sind Flächen mit freigelegten, besonders verschmutzungsempfindlichem Grundwasser. Sie werden heute für Bade-, Angelzwecke oder als Wochenendgrundstücke genutzt.

Im Oberlauf ist die Häufung von Angelteichen am Thierbach, einem Nebenbach des Klingenbaches, besonders auffallend. Dort hat ein Angelverein sieben große Teiche angelegt (Abb. 3: 13T–19T), wobei die kleineren im Oberlauf als Aufzuchtteiche genutzt werden, während die größeren im Unterlauf als Angelteiche dienen. Alle Teiche sind in den Bach integriert, d. h. sie wurden so angelegt, daß sie vom Thierbach durchflossen werden. Der Zu- und Abfluß des Wassers wird mit „Mönchen" geregelt (s. Kap. 4.2.3).

Wie die Teiche, so sind auch die im Untersuchungsgebiet liegenden Tümpel fast alle künstlich geschaffen, bzw., wo sie natürlich vorhanden waren, vom Menschen umgestaltet worden. So dienen z. B. die Kleingewässer am Oberlauf des Lotzenbaches (Abb. 3: 20T, 21T) und an dem westlichen Nebenbach des Wickerbaches (Abb. 3: 8T) Naturschutzvereinen als Amphibienschutzgewässer. Den durch ursprünglich natürlichen Aufstau (abgebrochene Bäume und Äste) entstandenen Waldtümpel am Rohrgraben (Abb. 3: 11T) hat man durch Baumaßnahmen völlig umgestaltet (s. Kap. 4.2.2).

Aufgrund der **Abflußmessungen** am 2.7.86, 13.10.86 und 27.5.87 lieferten die Quellen und Dräne im Einzugsgebiet des Wickerbaches (Serizitgneis/Vordevon) das meiste Wasser: durchschnittl. 50,1 l/s, gefolgt von denen des Klingenbaches (Phyllit/Vordevon): durchschnittl. 27,2 l/s, und denen des Medenbaches (Phyllit/Vordevon): durchschnittl. 19,0 l/s, wobei die Messungen am 2.7.86 und 13.10.86 Niedrigwasserabfluß-Messungen waren, während die Messung vom 27.5.87 mittlere Wasserabfluß-Verhältnisse widerspiegelt.

Werden die Abflußwerte (Tab. 1) zu den Einleitungen der Kläranlagen in Bezug gesetzt, wird deutlich, daß der Wickerbach und seine Nebenbäche ein sehr stark anthropogen beeinflußtes Bachsystem darstellen, wie es für das Rhein–Main-Ballungsgebiet typisch ist. Seine Abflußmengen und seine Wasserqualität hängen wesentlich von den Einleitungen der vier Kläranlagen: Wiesbaden-Auringen, Wiesbaden-Medenbach, Hofheim-Wildsachsen und Flörsheim ab.

Tab. 1. Abflußmessungen (POSCHWITZ 2.7.86, 13.10.86, 27.5.87) bezogen auf die Einzugsgebiete

		l/s	
Einzugsgebiet I (Oberlauf Wickerbach)	0,8	0,4	2,0
Einzugsgebiet II (Oberlauf Wicker- u. Aubach)	24,0	22,0	37,0
Einzugsgebiet III (Oberlauf Wickerbach)	63,0	49,0	97,0
Einlauf Kläranlage Wiesbaden-Auringen	46,0	46,4	52,4
Einzugsgebiet I–III ohne Kläranlagenzufluß	**41,8**	**25,0**	**83,6**
Einzugsgebiet IV (Oberlauf Medenbach)	13,0	9,0	17,0
Einzugsgebiet V (Unterlauf Medenbach)	21,0	19,0	35,0
Einlauf Kläranlage Wiesbaden-Medenbach	18,2	25,8	13,1
Einzugsgebiet IV–V ohne Kläranlagenzufluß	**15,8**	**2,2**	**38,9**
Einzugsgebiet VI (Oberlauf Klingenbach)	7,1	6,8	14,3
Einzugsgebiet VII (Mittellauf Klingenbach)	15,9	17,8	32,0
Einlauf Kläranlage Hofheim-Wildsachsen	4,4	4,0	3,8
Einzugsgebiet VI–VII ohne Kläranlagenzufluß	**18,6**	**20,6**	**42,5**
Einzugsgebiet VIII (Unterlauf Klingenbach)	15,6	20,5	37,0
Einzugsgebiet IX (Mittel- u. Unterlauf Wickerbach)	93,0	83,0	189,0
Einzugsgebiet X (Unterlauf Wickerbach)	111,1	71,0	169,0
Einlauf Kläranlage Flörsheim	100,2	77,2	138,4
Einzugsgebiet VIII–X ohne Kläranlagenzufluß	**119,5**	**97,3**	**256,6**

Bei typischen Niedrigwasserabflüssen (2.7.86, 13.10.86) kann sich der Gesamtabfluß bis zu Dreiviertel aus den Einleitungen der vier Kläranlagen und den Fremdwasserzuflüssen zusammensetzen; bei normaler Wasserführung (27.5.87) bis zur Hälfte (s. Tab. 2).

Tab. 2. MNQ- u. MHQ-Werte der Abflußmessungen KALWEIT 1963, KUEMMERLE et al. 1969 u. POSCHWITZ 1986/87

		l/s
Wickerbach (Unterlauf):		
Bauhof Flörsheim	MNQ:	71–111
	MHQ:	432
Weidenmühle	MNQ:	46–189
	MHQ:	418
Wickerbach (Mittellauf):		
Wallau	MNQ:	67
	MHQ:	306
Finkenhof	MNQ:	49
	MHQ:	74
Wickerbach (Oberlauf):		
Auringen	MNQ:	9–22
	MHQ:	49
Medenbach (Mittellauf):		
Medenbach	MNQ:	5–9
	MHQ:	41
Klingenbach (Oberlauf):		
Wildsachsen	MNQ:	2–7
	MHQ:	10

Soll der Bach eine befriedigende Wasserqualität erreichen, müssen die Einleitungsmengen der Kläranlagen genau auf den momentanen Bachabfluß eingestellt werden (s. Kap. 4.2.1)!

Das Untersuchungsgebiet ist in seiner Nachbarschaft zu den Großstädten Frankfurt a. M. und Wiesbaden vorwiegend ein Wohngebiet, Industrie ist kaum vertreten. Deswegen muß mit häuslichen und dörflichen Abwässern, weniger mit Industrieabwässern gerechnet werden.

Bei **Betrachtung der ökologischen Situation** gilt für die Quellen, Dräne, Teiche, Tümpel das bereits vorher Gesagte. Natürliche Quellaustritte und Tümpel sind im Untersuchungsgebiet nur sehr selten zu finden. Die meisten Wasseraustritte sind in Form von Dränen gefaßt. Natürliche Tümpel wurden künstlich verändert und häufig hat man längere Bachstrecken zu vielen, hintereinandergereihten Angel- und Fischteichen umgestaltet. Da sie sich häufig in Privatbesitz befinden, sind diese Teiche für die Allgemeinheit nicht immer frei zugänglich.

3.2. Chemisch-physikalische Wasseranalysen des Wickerbaches und seiner Nebenbäche

I.) Ergebnisse der Kartierung im März/April 1985

Während der Kartierung im März/April 1985 wurden die Quellen, Dräne, Teiche, Tümpel auf:

Trübung
Wasser- u. Lufttemperatur
pH-Wert

untersucht (s. Abb. 3). Die 48 Quellen, Dräne und 24 Teiche, Tümpel konnten bei der Kartierung aus zeitlichen Gründen nicht auf die in der Limnologie üblichen ca. 25 chemischen Parameter für Oberflächenwasser und Vorfluter (HOELL 1979: 292) analysiert werden; daher beschränkte sich der Autor auf die drei o. g. Messungen.

Der pH-Wert wurde überprüft, um evt. Versauerungen des Quell-, Drän-, Teich- und Tümpelwassers festzustellen; die Wassertemperatur gibt wichtige Aufschlüsse darüber, ob das Wasser der Quellen, Dräne aus größerer Tiefe stammt bzw. oberflächenbeeinflußt ist (SCHWOERBEL 1987: 41). Die Trübung kann auf Verschmutzungen hinweisen (HOELL 1979: 25).

a.) Quellen und Dräne im Naturraum Vortaunus (Abb. 3):

Trübung:
Fast alle Quellen und Dräne führen klares, in sehr wenigen Fällen leicht getrübtes Wasser.

Wassertemperatur (Mittel):
6,5 °C (mittlere Lufttemperatur 8,6 °C)

pH-Wert (Mittel):
6,2 (niedrigster pH-Wert 4,5)

b.) Quellen und Dräne in den Naturräumen Main-Taunusvorland, Untermainebene:

Trübung:
Alle Quellen und Dräne führen klares Wasser; eine Ausnahme bildet das Drän am Rückhaltebecken des Grabens aus Nordenstadt (Abb. 3: 5).

Wassertemperatur (Mittel):
8,7 °C (mittlere Lufttemperatur 8,5 °C)

pH-Wert (Mittel):
7,5

Ergebnisse:

Trübung:
Alle Quellen und Dräne in den Naturräumen Vortaunus, Main-Taunusvorland und Untermainebene haben klares, in sehr wenigen Fällen leicht getrübtes oder getrübtes Wasser.

Diese Trübung ist entweder durch Eisenausflockung in den Quellgebieten des Klingen- und Medenbaches geologisch bedingt, oder im Main-Taunusvorland, z. B. beim Rückhaltebecken am Graben aus Nordenstadt, unterhalb der A 66, durch Oberflächenabfluß (mit Reifenabrieb, Öl, Benzin, Streusalz etc.) der nahe gelegenen Autobahn und der versiegelten Parkflächen der umliegenden „Supermärkte“ verursacht.

Wassertemperatur:
Die Wassertemperaturen (Mittel) der Quellen und Dräne im Main-Taunusvorland und der Untermainebene sind wesentlich höher als im Vortaunus.

Das Wasser in den großflächigen, oft dicht unter der Geländeoberfläche liegenden Grundwasserstockwerken im Mittel- und Unterlauf des Wickerbaches, kann sich wegen der höheren Lufttemperatur (s. Kap. 2.2) wesentlich schneller erwärmen, als das in größeren Tiefen und in schmalen Spalten der Auflockerungszonen zirkulierende Grundwasser der devonischen Gesteine, das daher kälter ist.

pH-Wert:
Die pH-Werte der Quellen und Dräne im Vortaunus sind dem schwach sauren Bereich zuzuordnen. Das Drän 38 (Abb. 3) im Oberlauf des Medenbaches und der Quellsumpf 42 (Abb. 3) im Oberlauf des Aubaches werden ausschließlich von Oberflächenwasser gespeist (bei langen niederschlagsfreien Perioden fallen beide trocken). Außerdem lagen zur Zeit der Kartierung in unmittelbarer Nähe des Dräns und des Quellsumpfes noch nicht abgetaute Schneefelder. Es kann davon ausgegangen werden, daß die relativ niedrigen pH-Werte (pH: 4,5) durch im Schnee und Oberflächenwasser mitgeführte Immissionen verursacht wurden. Ansonsten liegen die pH-Werte im neutralen bis schwach sauren Bereich. Häufig sind sie dort niedriger, wo Quellen bzw. Dräne direkt unter Fichtenbestockung mit hoher Nadelstreu von Oberflächenwasser gespeist werden (Abb. 3: 21).

c.) Teiche und Tümpel im Naturraum Vortaunus (Abb. 3):

Trübung:
Die Teiche und Tümpel führten klares, vereinzelt leicht trübes bis trübes Wasser.

Wassertemperatur (Mittel):
8,0 °C (mittlere Lufttemperatur 11,2 °C)

pH-Wert (Mittel):
7,0

d.) Teiche und Tümpel in den Naturräumen Main-Taunusvorland, Untermainebene:

Trübung:
Die Teiche und Tümpel hatten, mit Ausnahme des Golfplatz-Teiches (Abb. 3: 5T), alle klares Wasser.

Wassertemperatur (Mittel):
12,0 °C (mittlere Lufttemperatur 15,7 °C)

pH-Wert:
7,9

Ergebnisse:

Trübung:
Verschiedene Teiche waren während der Kartierung nicht zugänglich; sonst führten sie in allen drei Naturräumen (mit wenigen Ausnahmen, s. o.) klares, vereinzelt leicht trübes Wasser.

Wassertemperatur:
Die Teiche und Tümpel als mehr oder weniger große, offene Wasserflächen sind stark von der sie umgebenden Lufttemperatur abhängig. Da sie im Untersuchungsgebiet alle sehr flach sind, können sie sich relativ schnell erwärmen. Die Mittelwerte der Wasser- und Lufttemperaturen bestätigen die im Kap. 2.2 gemachte Feststellung, daß die Lufttemperaturen im Bereich der Untermainebene und des Main-Taunusvorlandes am höchsten sind und zum Vortaunus hin abnehmen.

pH-Wert:
Die pH-Werte bestätigen die bei den Quellen und Dränen gemachte Beobachtung, daß in den Naturräumen Main-Taunusvorland, Untermainebene wegen der mehr oder weniger mächtigen Auflagen von kalkhaltigem Löß eine Tendenz in Richtung des alkalischen pH-Wertes deutlich wird.

II.) Ergebnisse der chemischen und physikalischen Wasseranalysen am Wickerbach und seinen Nebenbächen

Aus Abb. 4 wird die Lage der Entnahmestellen für die hydrochemischen Untersuchungen ersichtlich. Es wurden insgesamt 34 Entnahmestellen regelmäßig hydrochemisch beprobt und 14 Entnahmestellen gleichzeitig mit den Abflußmessungen. Graphisch dargestellt wurden, anlehnend an BARNDT et al. 1988/89: 34ff.; BAUR 1987: 53ff.; HEERING 1988; HOELL 1979: 292, von den 25 mehrjährig analysierten Parametern die zehn für die Ökologie der Fließgewässer wichtigsten:

pH-Wert
GH
KH
NKH
Elektrische Leitfähigkeit
O_2
$Fe^{2+/3+}$
Cl^-
SO_4^{2-}
NO_2^-

a.) pH-Wert:

Der pH-Wert, angegeben als negativer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration, wird in einen sauren (pH 0–7), neutralen (pH 7) und alkalischen Bereich (pH 7–14) eingeteilt (HOELL 1979: 113). Die ökologische Bedeutung des pH-Wertes ist noch nicht endgültig geklärt. Viele Pflanzen und Tiere sind stenoion, andere können in einem weiten pH-Bereich leben (euryion). Bei einigen Arten scheint er direkt Einfluß auf die Fortpflanzungs-, Ernährungs- und Atmungsvorgänge zu haben (SCHAEFER et al. 1983: 300).

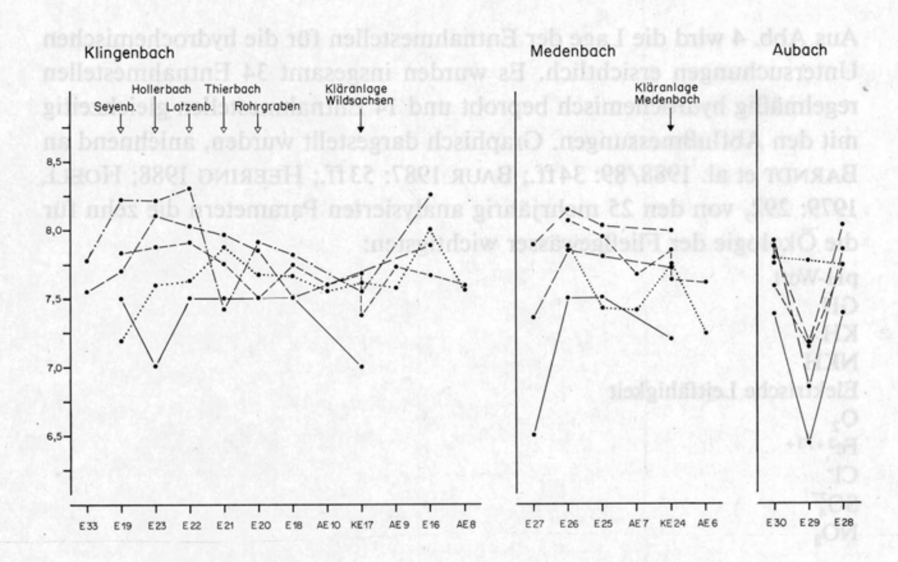
Wickerbach (Naturraum: Vortaunus):
zwischen 6,50 und 7,71

Wickerbach (Naturräume: Main-Taunusvorland, Untermainebene):
zwischen 7,27 und 8,00

Aubach (Naturraum: Vortaunus):
zwischen 5,50 und 7,84

Medenbach (Naturräume: Vortaunus, Main-Taunusvorland):
zwischen 6,50 und 7,89

Klingenbach (Naturräume: Vortaunus, Main-Taunusvorland):
zwischen 7,00 und 8,31


pH-Wert
Klingenbach
Medenbach
Aubach
Seyenb.
Hollerbach
Lotzenb.
Thierbach
Rohrgraben
Kläranlage Wildsachsen
Kläranlage Medenbach
8,5
8,0
7,5
7,0
6,5
E33 E19 E23 E22 E21 E20 E18 AE10 KE17 AE9 E16 AE8
E27 E26 E25 AE7 KE24 AE6
E30 E29 E28

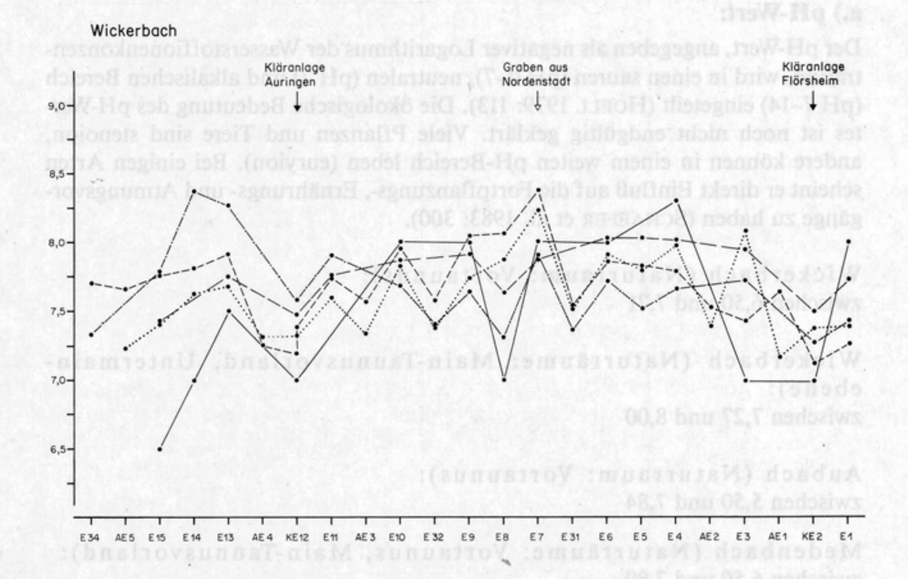

Wickerbach
Kläranlage Auringen
Graben aus Nordenstadt
Kläranlage Flörsheim
9,0
8,5
8,0
7,5
7,0
6,5
E34 AE5 E15 E14 E13 AE4 KE12 E11 AE3 E10 E32 E9 E8 E7 E31 E6 E5 E4 AE2 E3 AE1 KE2 E1

Abb. 5. pH-Wert.

Ergebnisse:
Die niedrigsten pH-Werte zwischen 6,50 und 7,71 wurden im Oberlauf (Abb. 4, 5: E 32, E 34–E 10) des Wickerbaches gemessen. Im Mittellauf (Abb. 4, 5: E 32–E 6) und im Unterlauf (Abb. 4, 5: E 5–E 1) steigt der pH-Wert kontinuierlich an und liegt an der Mündung des Wickerbaches in den Main zwischen 7,27 und 8,00. Ausnahmen sind die Einleitungen der Kläranlagen Wiesbaden-Auringen und Flörsheim. Dort sinkt der pH-Wert und pegelt sich zwischen 7,00 und 7,58 ein, da das Abwasser vom Klärwerkspersonal möglichst auf den Neutralwert eingestellt wird. Die relativ hohen pH-Werte an den Meßstellen E 14, E 7 und E 4 (Abb. 4, 5) werden durch Abwassereinleitungen verursacht (E 14: Regenwasserrückhaltebecken Wiesbaden-Naurod, E 7: Regenwasserrrückhaltebecken „Graben aus Nordenstadt", E 4: Einleitungen Reitstall und Mülldeponie Hochheim-Wicker). Im kontinuierlichen Anstieg des pH-Wertes spiegelt sich die Geologie des Untersuchungsgebietes wider. Die im vordevonischen Bereich (Naturraum Vortaunus) liegenden Quellen und Dräne des Oberlaufes haben schwach saure pH-Werte; diese steigen dann im Mittel- und Unterlauf an, da das Grund- und Oberflächenwasser beim Durchfließen der verschiedenmächtigen Lößauflagen des Main-Taunusvorlandes und der Untermainebene mehr oder weniger aufgehärtet wird und schwach alkalische pH-Werte erreicht.

Der pH-Wert des Wickerbaches und seiner Quellbäche, der zwischen schwach sauer und schwach alkalisch pendelt, ist aus ökologischer Sicht zufriedenstellend.

Für alle Fischarten liegt der günstigste pH-Bereich zwischen 6,5–8,0 (Heering 1988: 26–27). „Die Mehrzahl der Organismen in Fließgewässern ist weitgehend pH-tolerant. Kritische Werte liegen erst im stark sauren und basischen Bereich. Im sauren Wasser wird Aluminium aus Bodenmineralien und Sedimenten gelöst und kann von den Organismen aufgenommen werden. Aluminium ist für Organismen immer giftig. Es wird an die DNA der Zellkerne gebunden und stört die Eiweißreduplikation. In Pflanzen wird es vor allem in der Zellwand abgelagert und verringert deren Durchlässigkeit, was zu Nährstoffmangel führt. Sehr empfindlich reagieren Fische auf pH-Erniedrigungen, da sie offenbar über keinerlei Anpassungen an einen erhöhten Aluminiumgehalt verfügen." (Schoenborn 1992: 128).

Allerdings sollten die durch anthropogene Einflüsse verursachten Schwankungen der pH-Werte (Einleiter: Reitställe, Aussiedlergehöfte etc.) beseitigt werden. Zur Zeit zeigt das gesamte Bachsystem wegen seiner geologischen Bedingungen (kalkhaltige Lößauflagen) keine Tendenz zur Versauerung durch Immissionen.

Der Aubach erreicht in seinem westlichen Quellbereich (Abb. 4, 5: E 30) einen relativ hohen pH-Wert von 7,84. Ursache dafür kann sein, daß das Drän (Abb. 3: 48) direkt unterhalb einer ehemaligen Bauschuttdeponie entspringt. Der genau über dieser Deponie liegende Tümpel (Abb. 3: 24T) und das Oberflächenwasser, die beide an der Versorgung des Dräns beteiligt sind, laugen den stark kalkhaltigen Bauschutt aus und härten dadurch das abfließende Wasser auf. Der niedrige pH-Wert zwischen 5,50 und 6,63 an der Entnahmestelle E 29 (Abb. 5) dürfte, verglichen mit den Ergebnissen der o. g. Kartierung, der Geologie (Kap. 2.3) und der Hydrogeologie (Kap. 2.4; s. a. Thews 1972: Taf. 1), eher den hydrogeologischen Verhältnissen dieses Gebietes entsprechen. An der Entnahmestelle E 28 (Abb. 5) wird das Wasser des Aubaches nochmals aufgehärtet, wofür die alkalischen Abwassereinleitungen eines in unmittelbarer Nähe gelegenen Reitstalles und einer Pelztierfarm verantwortlich sind.

Im Bereich des Medenbaches werden pH-Werte zwischen 6,50 und 7,89 erreicht. An der Mündung in den Wickerbach fällt der pH-Wert leicht ab, was durch den „Einleiteeffekt“ der Kläranlage Wiesbaden-Medenbach verursacht wird. Bei der Kurve vom 8.5.86 (Abb. 5) muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Kläranlage (Oxidationsgraben) zu dieser Zeit um eine biologische Stufe erweitert wurde und durch die damit zusammenhängenden Bauarbeiten nicht ihre übliche Reinigungsleistung erreichte.

Der Klingenbach hat eine Reihe von Einleitern (Nebenbäche und Kläranlage). Sein pH-Wert schwankt zwischen 7,00 und 8,31. Die beiden hohen pH-Werte an den Entnahmestellen E 22 und E 16 (Abb. 4, 5) lassen sich ebenfalls durch anthropogene Einflüsse erklären. Direkt an der Entnahmestelle E 22 werden die alkalischen Abwässer eines Aussiedlergehöftes mit intensiver Großviehhaltung eingeleitet; die Entnahmestelle E 16 liegt dicht unterhalb eines Reitstalles.

b.) Gesamthärte, Karbonathärte, Nichtkarbonathärte:

Die Gesamtheit der an Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure gebundenen Erdalkalien bezeichnet man als Gesamthärte (GH; 1° dH = 10 mg/l CaO).

Karbonathärte (KH) ist der an Kohlensäure gebundene Anteil des Calciums und Magnesiums als Teil der Gesamthärte.

Als Nichtkarbonathärte (NKH) wird der an Schwefel-, Salz-, Salpeter- oder Phosphorsäure gebundene Anteil des Calciums und Magnesiums als restlicher Teil der Gesamthärte bezeichnet.

Einteilung der Wässer nach Härtegraden (GH):

0– 4° dH	sehr weich
4– 8° dH	weich
8–12° dH	mittelhart
12–18° dH	ziemlich hart
18–30° dH	hart
> 30° dH	sehr hart

(HOELL 1979).

Wickerbach, Aubach, Medenbach, Klingenbach (Naturraum: Vortaunus):

GH	bis 8° dH
KH	2–7° dH
NKH	1–6° dH

Wickerbach, Medenbach, Klingenbach (Naturräume: Main-Taunusvorland, Untermainebene):

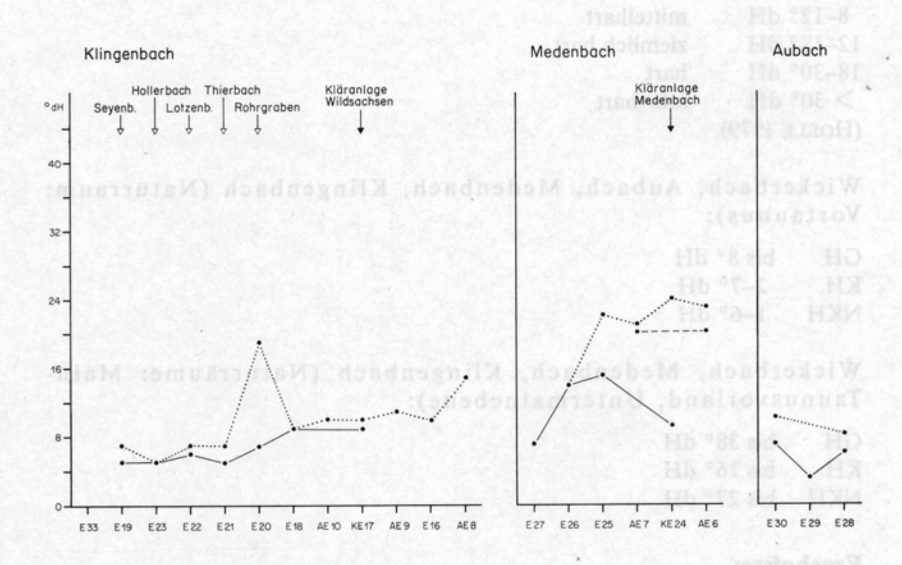
GH	bis 38° dH
KH	bis 16° dH
NKH	bis 27° dH

Ergebnisse:
Ähnlich wie beim pH-Wert spiegeln sich auch bei der Gesamthärte und Karbonathärte die geologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes wider.

Im Bereich der weichen, vordevonischen Wässer (Naturraum Vortaunus) werden Gesamthärten um 8° dH und Karbonathärten zwischen 2 und 7° dH erreicht. Die Gesamthärte kann im Mittel- und Unterlauf des Wickerbaches auf 27° dH ansteigen und im Bereich des aus miozänen Kalksteinen aufgebauten Karstgrundwasserleiters „Falkenberg" (Abb. 6: E 3) Maximalwerte von 38° dH erreichen.

Einen ähnlichen Anstieg macht die Kurve der Karbonathärte, wobei die höchsten Werte bei 14° dH liegen (Abb. 7: E7). Die beiden Dräne (Abb. 7: E 31, E 32) erreichen noch höhere Werte. Karbonathärten > 25° dH im Grundwasser können auf Verschmutzungen hinweisen (HOELL 1979). Im Falle der beiden Dräne werden sie durch intensive Düngung der darüberliegenden Äcker verursacht. Der starke Anstieg der Gesamt- und Karbonathärte an der Kläranlage Wiesbaden-Medenbach ist durch den schon oben erwähnten Ausbau und die damit zusammenhängende geringere Reinigungsleistung zu erklären. An der Entnahmestelle E20 (Abb. 4, 7)


GH


Klingenbach
Medenbach
Aubach
°dH
Seyenb.
Hollerbach
Lotzenb.
Thierbach
Rohrgraben
Kläranlage Wildsachsen
Kläranlage Medenbach
40
32
24
16
8
0
E33
E19
E23
E22
E21
E20
E18
AE10
KE17
AE9
E16
AE8
E27
E26
E25
AE7
KE24
AE6
E30
E29
E28

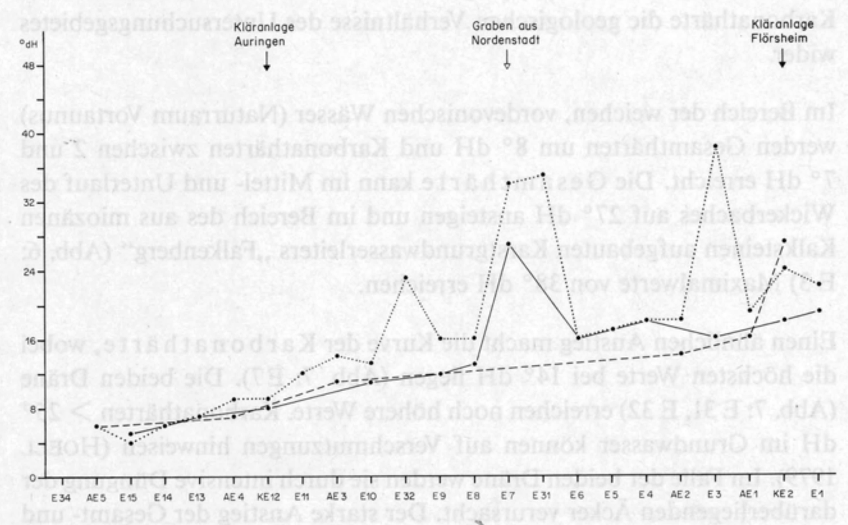
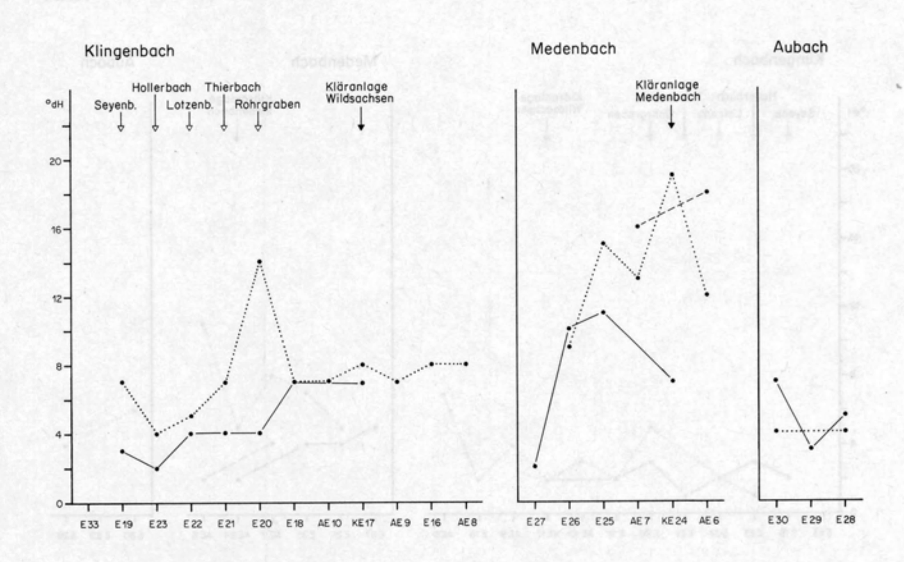

Wickerbach
°dH
Kläranlage Auringen
Graben aus Nordenstadt
Kläranlage Flörsheim
48
40
32
24
16
8
0
E34
AE5
E15
E14
E13
AE4
KE12
E11
AE3
E10
E32
E9
E8
E7
E31
E6
E5
E4
AE2
E3
AE1
KE2
E1

Abb. 6. GH.


KH


Klingenbach
Medenbach
Aubach
°dH
Seyenb.
Hollerbach
Lotzenb.
Thierbach
Rohrgraben
Kläranlage Wildsachsen
Kläranlage Medenbach
E33 E19 E23 E22 E21 E20 E18 AE10 KE17 AE9 E16 AE8
E27 E26 E25 AE7 KE24 AE6
E30 E29 E28

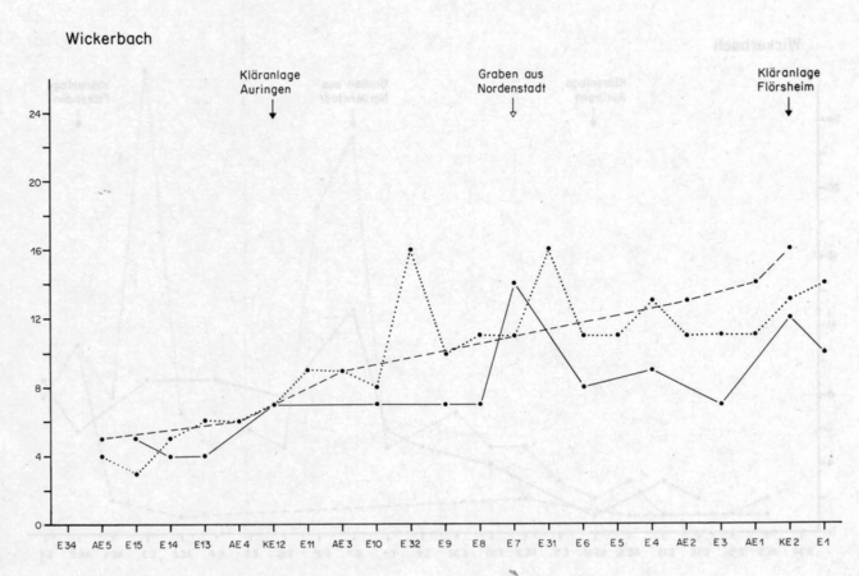
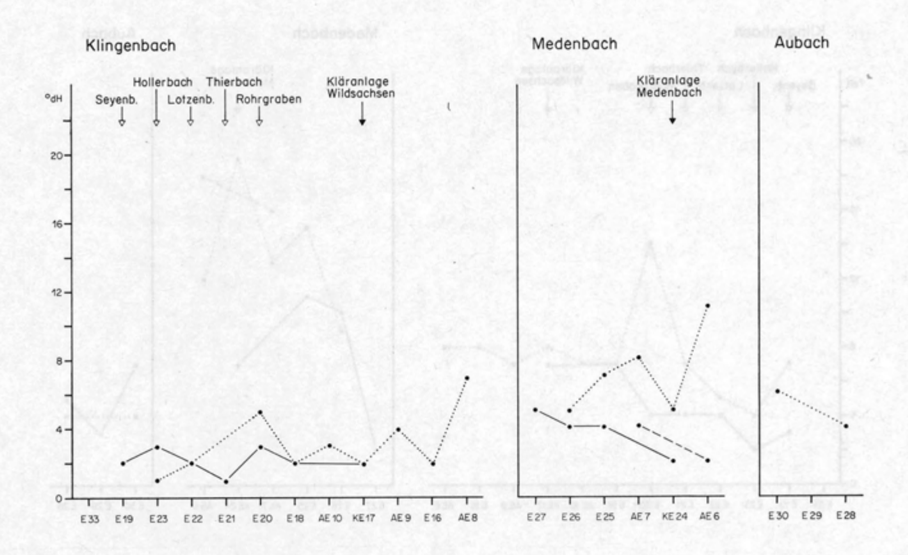

Wickerbach
Kläranlage Auringen
Graben aus Nordenstadt
Kläranlage Flörsheim
E34 AE5 E15 E14 E13 AE4 KE12 E11 AE3 E10 E32 E9 E8 E7 E31 E6 E5 E4 AE2 E3 AE1 KE2 E1

Abb. 7. KH.


NKH


Klingenbach
Medenbach
Aubach
°dH
Seyenb.
Hollerbach
Lotzenb.
Thierbach
Rohrgraben
Kläranlage Wildsachsen
Kläranlage Medenbach
0
4
8
12
16
20
E33
E19
E23
E22
E21
E20
E18
AE10
KE17
AE9
E16
AE8
E27
E26
E25
AE7
KE24
AE6
E30
E29
E28

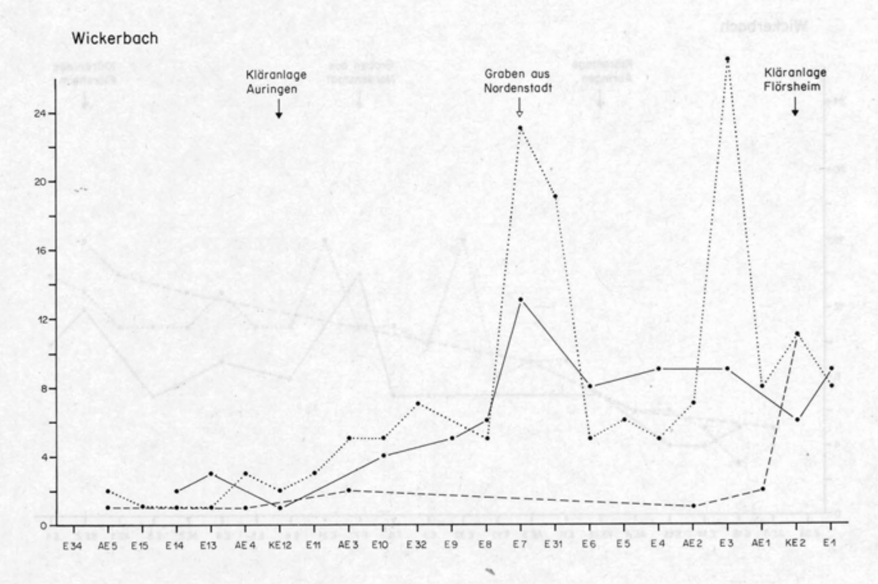

Wickerbach
Kläranlage Auringen
Graben aus Nordenstadt
Kläranlage Flörsheim
0
4
8
12
16
20
24
E34
AE5
E15
E14
E13
AE4
KE12
E11
AE3
E10
E32
E9
E8
E7
E31
E6
E5
E4
AE2
E3
AE1
KE2
E1

Abb. 8. NKH.

des Rohrgrabens wurde durch bauliche Maßnahmen ein naturnaher Tümpel verändert und durch künstlichen Anstau zu einem „Sammelbecken" von Schlamm, faulendem Laub etc. gemacht.

Bei Betrachtung der Nichtkarbonathärte fallen zwei erhöhte Werte an den Entnahmestellen E 7 und E 3 (Abb. 8) auf. Bei E 7 ist die hohe NKH durch intensive landwirtschaftliche Düngung und evt. durch Abflüsse von den Start- und Landebahnen eines nahegelegenen Militärflughafens, die im Winter regelmäßig mit Harnstoff abgetaut werden, zu erklären. Bei der Entnahmestelle E 3 werden Auslaugungen des aus miozänen Kalksteinen bestehenden Falkenberges und die spezielle Düngung bzw. chemische Behandlung der in unmittelbarer Nähe großflächigen Weinberge eine wichtige Rolle spielen.

Der Wickerbach und seine Nebenbäche führen, geologisch bedingt, im Oberlauf weiches und im Mittel- und Unterlauf hartes Wasser, wobei die Gesamthärte überwiegend der Karbonathärte entstammt. Einige sehr hohe GH-, KH- und NKH-Werte im Bachsystem werden durch anthropogene Einflüsse verursacht (s. a. THEWS 1972).

c.) Elektrische Leitfähigkeit:

Die Elektrische Leitfähigkeit gibt die Menge der in einem Wasser vorhandenen Salze bzw. dissoziierbaren Stoffe an (HOELL 1979). Sie ist auch ein Parameter für die Belastung eines Gewässers mit Abwässern.

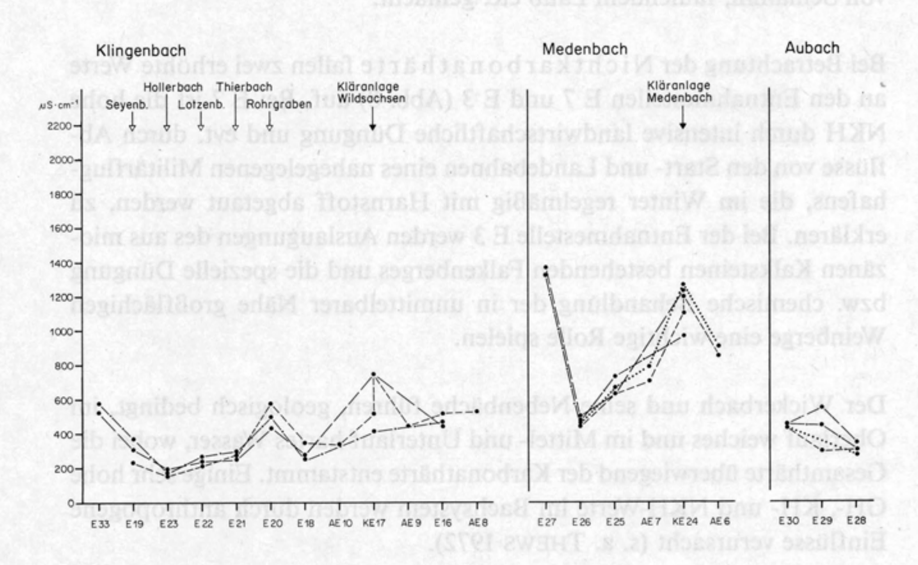
Wickerbach (Naturraum: Vortaunus):
200–680 μS x cm^{-1}

Wickerbach (Naturräume: Main-Taunusvorland, Untermainebene):
750–1350 μS x cm^{-1}

Aubach, Medenbach, Klingenbach (Naturräume: Vortaunus, Main-Taunusvorland, Untermainebene):
400–1330 μS x cm^{-1}

Ergebnisse:

Im Oberlauf des Wickerbaches ist die Elektrische Leitfähigkeit gering und liegt bei 200 μS x cm^{-1} (Abb. 9). Eine erste Belastung stellt die Kläranlage Wiesbaden-Auringen dar, wo der Wert auf 680 μS x cm^{-1} ansteigt. Dieser Vorgang wiederholt sich an der Entnahmestelle E7 (Abb. 9). Dort



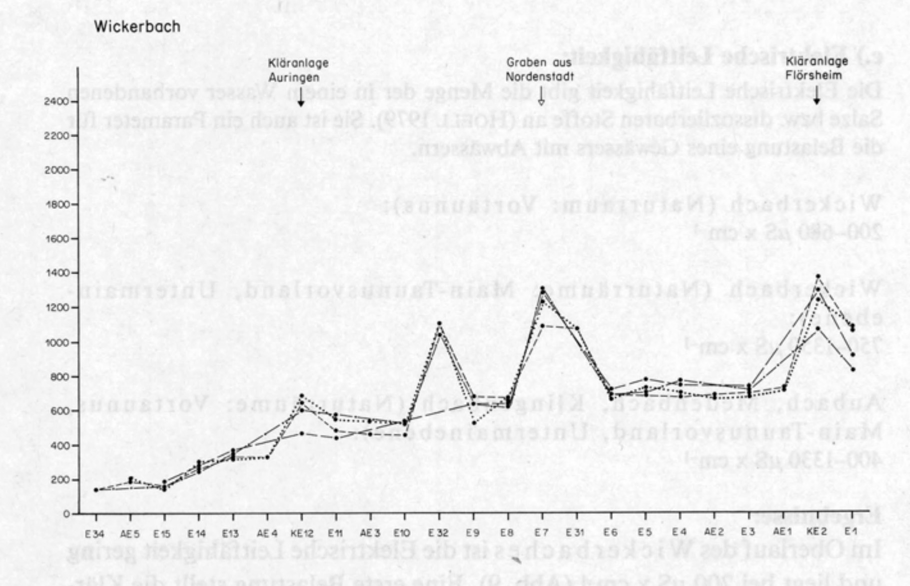


Abb. 9. Elektrische Leitfähigkeit.

wird intensiv gedüngt und gleichzeitig werden mit dem Graben aus Nordenstadt über ein Regenwasserrückhaltebecken Oberflächenabflüsse der A 66, die im Winter stark mit Salz gestreut wird, weitergeleitet und dem Wickerbach zugeführt. Nach Erreichen von 1300 $\mu S \times cm^{-1}$ fällt der Elektrische Leitfähigkeits-Wert auf 750 $\mu S \times cm^{-1}$ ab, um dann beim nächsten größeren Einleiter, der Kläranlage Flörsheim, auf 1350 $\mu S \times cm^{-1}$ anzusteigen. An der Mündung in den Main sinkt dieser erhöhte Wert dann wieder. Die Dräne, z. B. E 31 und E 32 (Abb. 9), mit denen größere landwirtschaftlich genutzte und gedüngte Flächen entwässert werden, erreichen ebenfalls hohe Leitfähigkeits-Werte.

Am Aubach und Klingenbach wiederholen sich die o. g. Vorgänge. Auch hier liegen die Werte bei E 33 und E 29 (Abb. 9) zwischen 400–600 $\mu S \times cm^{-1}$, um dann abzufallen und am nächsten Einleiter wieder anzusteigen. Am Medenbach beginnt der Anfangswert (Abb. 9: E27) sehr hoch, bei 1330 $\mu S \times cm^{-1}$, weil die Entnahmestelle direkt unterhalb einer Steigung (intensive Winterstreuung!) der BAB Frankfurt a. M.–Köln liegt. Außerdem befindet sich die Entnahmestelle in einem Mischwald mit einer hohen Schicht organischen Materials. Da E 27 häufig trockenfällt, bzw. nur sehr wenig Wasser führt, werden die chemischen Inhaltsstoffe entspr. konzentriert.

d.) Sauerstoff:

Für die hydrobiologischen und hydrochemischen Vorgänge im Gewässer sind die Sauerstoffverhältnisse sehr wichtig. Sie hängen besonders stark von der Jahreszeit, der Wasserführung und den Einleitungen in das Bachsystem ab.

Wickerbach (Naturraum: Vortaunus):
stark schwankend, 3–16 mg/l

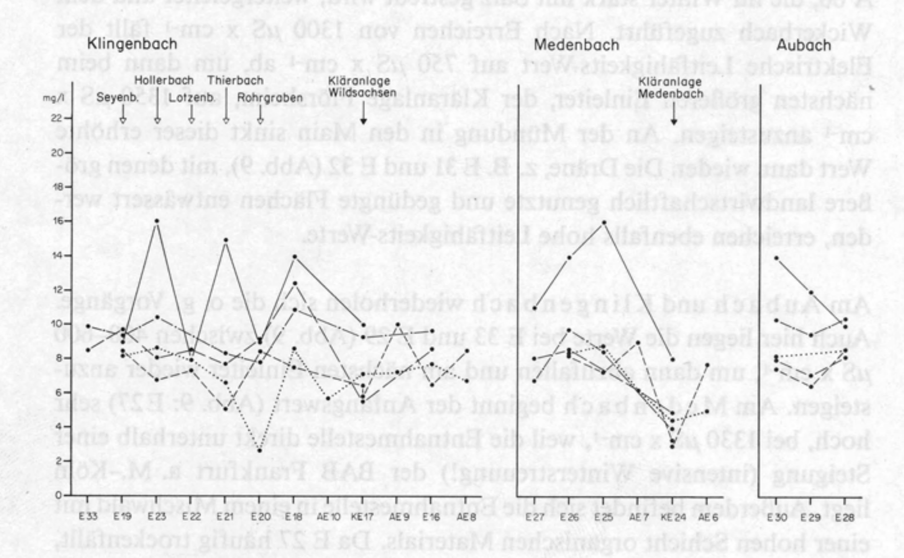
Wickerbach (Naturräume: Main-Taunusvorland, Untermainebene):
stark schwankend, bis 14 mg/l und >

Nebenbäche:
stark schwankend

Ergebnisse:

Bei Betrachtung dieses Parameters (Abb. 10) fallen im Wickerbach und seinen Nebenbächen größere Schwankungen in der Sauerstofführung auf. Auch hier werden, wie schon bei den pH-, GH-, KH-, NKH- und Leitfähigkeits-Werten, Gewässerbelastungen sichtbar.





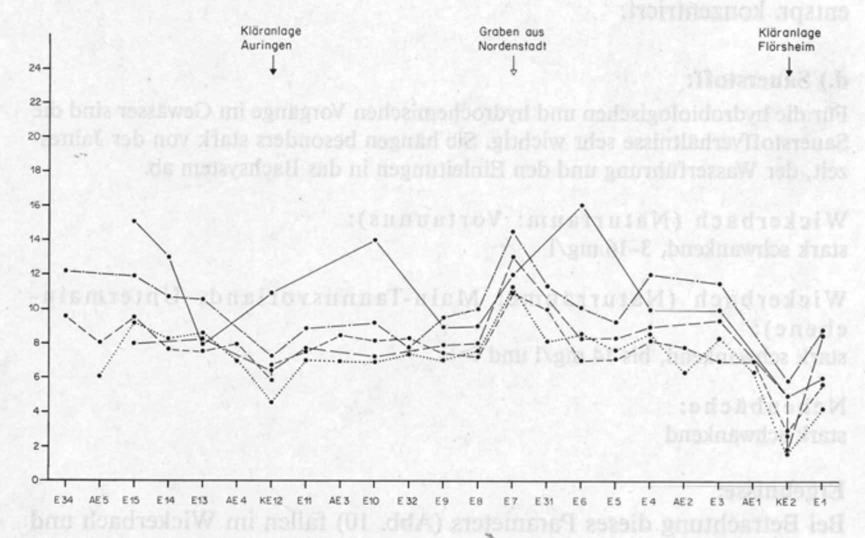


Abb. 10. Sauerstoff.

In erster Linie sind die vier Kläranlagen, besonders bei geringer Wasserführung und hohen Wassertemperaturen, für diese Schwankungen verantwortlich. Sie können die Sauerstoff-Werte von 16 mg/l, bei sehr günstigen Verhältnissen, auf Werte unter 3 mg/l drücken.

Nebenbäche, die durch schwankende und niedrige O_2-Werte auffallen, sind vor allem der Lotzenbach mit seinem Gülleeinleiter am Aussiedlergehöft und der Rohrgraben, der an der Entnahmestelle E 20 (Abb. 10) anthropogen zu einem Stillgewässer mit übermäßiger Schlammbildung umgebaut wurde. An der Entnahmestelle E 7 (Graben aus Nordenstadt) sprechen alle natürlichen Voraussetzungen (sehr flacher Graben, geringe Wasserführung, starke Erwärmung etc.) gegen den hohen Sauerstoffgehalt von über 14 mg/l. Ursache dafür war eine starke Algenbildung mit entsprechender Assimilation am Tage. Die starke Algenbildung ist z. T. auch an dem pH-Anstieg auf 8,39 beteiligt, denn durch starkes Algenwachstum kommt es zur Zehrung des freien, gelösten Kohlendioxids. Der Aufbrauch von CO_2 hat für das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht des Gewässers eine Erhöhung des pH-Wertes zur Folge.

Insgesamt ist die Sauerstofführung des Wickerbaches, vor allem für einen evt. Besatz mit Fischen weniger befriedigend, da der O_2-Gehalt sehr starke Schwankungen zeigt, von den vielen Einleitern sowie vom Abfluß abhängig ist und im Unterlauf selbst für Fische, die weniger Sauerstoff benötigen, nicht mehr vertretbare Werte aufweist. Bei geplanten Renaturierungsmaßnahmen muß daher die O_2-Führung des Gewässers unbedingt verbessert werden (s. Kap. 4.2.1).

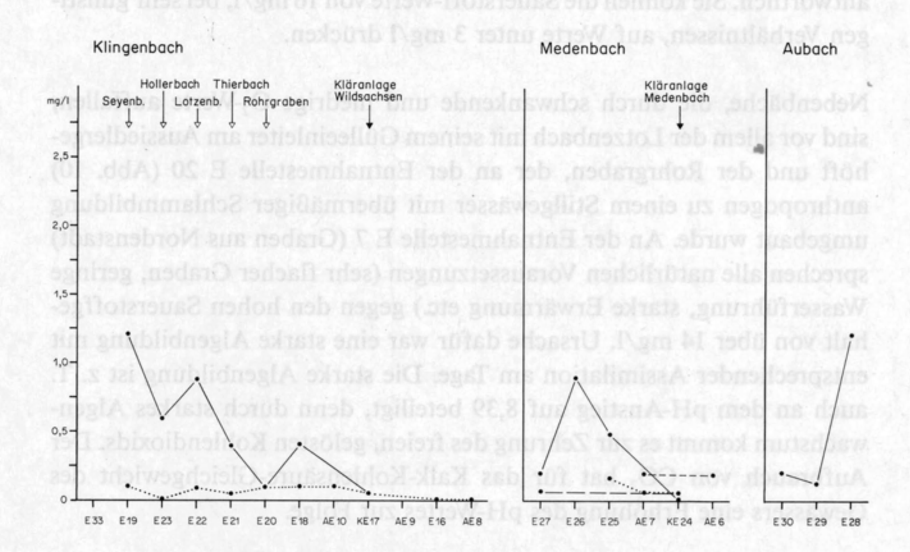
e.) Eisen:

Der Eisengehalt spielt hinsichtlich des Fischbesatzes und für die Trinkwasserversorgung eine wichtige Rolle. Eisenreiche Wässer sind als Teich- und Brauchwässer ungeeignet, weil sie die Rohrnetze verkrusten oder Ablagerungen (Rostflecken) bilden können.

Wickerbach und Nebenbäche:
0–0,5 mg/l

Oberläufe:
z. T. > 1 mg/l


Fe


Klingenbach
Medenbach
Aubach
mg/l
Seyenb.
Hollerbach
Lotzenb.
Thierbach
Rohrgraben
Kläranlage Wildsachsen
Kläranlage Medenbach
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0
E 33
E 19
E 23
E 22
E 21
E 20
E 18
AE 10
KE 17
AE 9
E 16
AE 8
E 27
E 26
E 25
AE 7
KE 24
AE 6
E 30
E 29
E 28

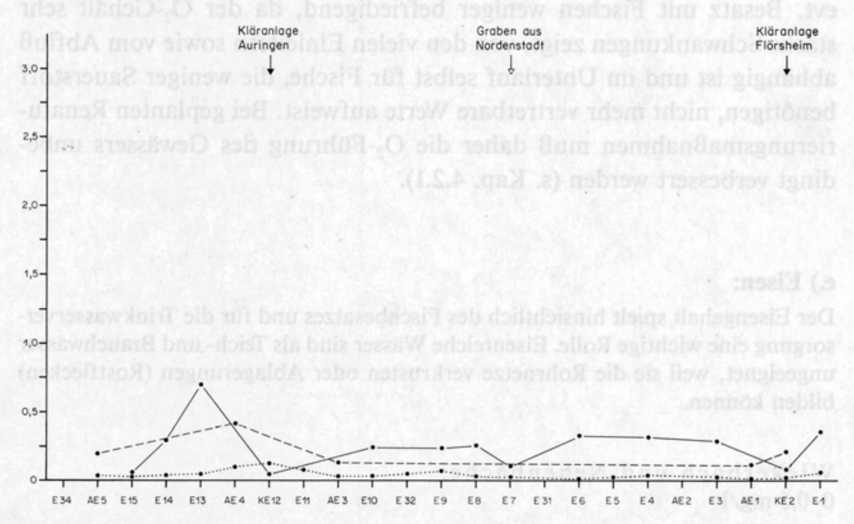

Wickerbach
Kläranlage Auringen
Graben aus Nordenstadt
Kläranlage Flörsheim
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0
E 34
AE 5
E 15
E 14
E 13
AE 4
KE 12
E 11
AE 3
E 10
E 32
E 9
E 8
E 7
E 31
E 6
E 5
E 4
AE 2
E 3
AE 1
KE 2
E 1

Abb. 11. Eisen.

Ergebnisse:
Der Wickerbach und seine Nebenbäche führen wenig Eisen, zumeist zwischen 0–0,5 mg/l, wobei die Werte an den Kläranlagen gegen 0 gedrückt werden (Abb. 11). Überall, wo höhere Werte auftreten, besonders am Oberlauf des Aubaches, Medenbaches und Klingenbaches, sind sie geologisch bedingt. Nahe der Entnahmestelle E 19 am Klingenbach (Abb. 11) befinden sich alte Bergwerksfelder. Dort wurden vor der Blüte des Eisenbergbaues im Lahn–Dill-Gebiet unter einfachsten Bedingungen kleine Mengen eisenhaltigen Gesteins abgebaut und zur Verhüttung ins Lahn–Dill-Gebiet geschafft (frdl. mündl. Mitteilung eines ehemaligen Bergmannes aus Hofheim-Wildsachsen).

f.) Chlorid:

Der Chlorid-Wert zeigt Gewässerverunreinigungen an und korrespondiert mit der Elektrischen Leitfähigkeit.

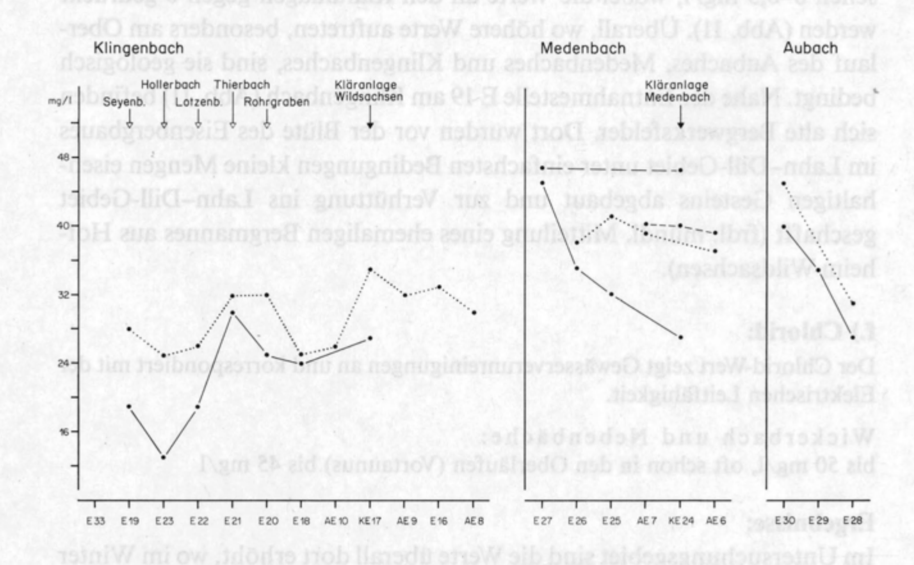
Wickerbach und Nebenbäche:
bis 50 mg/l, oft schon in den Oberläufen (Vortaunus) bis 45 mg/l

Ergebnisse:
Im Untersuchungsgebiet sind die Werte überall dort erhöht, wo im Winter stark mit Tausalz gestreut wird, wo Kläranlagen einleiten oder Nebenbäche stark verschmutzt sind. Setzt man den Grenzwert für Verschmutzung bei 30 mg/l (HOELL 1979) fest, so steigt der Chloridgehalt des Wickerbaches (Abb. 12) kurz hinter den Quellen beträchtlich an und erreicht an den Kläranlagen und am mit Autobahnabwässern belasteten Graben aus Nordenstadt 50 mg/l. Der Chloridgehalt beträgt am Aubach an der Entnahmestelle E 30 (Abb. 12) 45 mg/l. Dieser erhöhte Wert ist auf die topographische Situation zurückzuführen (Steigungs- bzw. Gefällstrecken, vielbefahrener Zubringer zur BAB Frankfurt a. M.–Köln). Ähnliche Verhältnisse herrschen am Medenbach, wo viele Entnahmestellen direkt unterhalb einer Steilstrecke der BAB Frankfurt a. M.–Köln liegen (Abb. 4, 12). Der Chloridgehalt des Klingenbaches liegt unter oder nahe am vorgegebenen Grenzwert.

g.) Sulfat:

Verunreinigte Wässer weisen einen erhöhten Sulfatgehalt auf. Harn und Jauche sind z. B. stark sulfathaltig. Ebenso können die Sulfatwerte in der Nähe von Mülldeponien stark erhöht sein. Der Grenzwert für SO_4^{2-} ist 250 mg/l (HOELL 1979).

Wickerbach und Nebenbäche:
bis > 110 mg/l, im Oberlauf (Vortaunus) z. T. > 80 mg/l



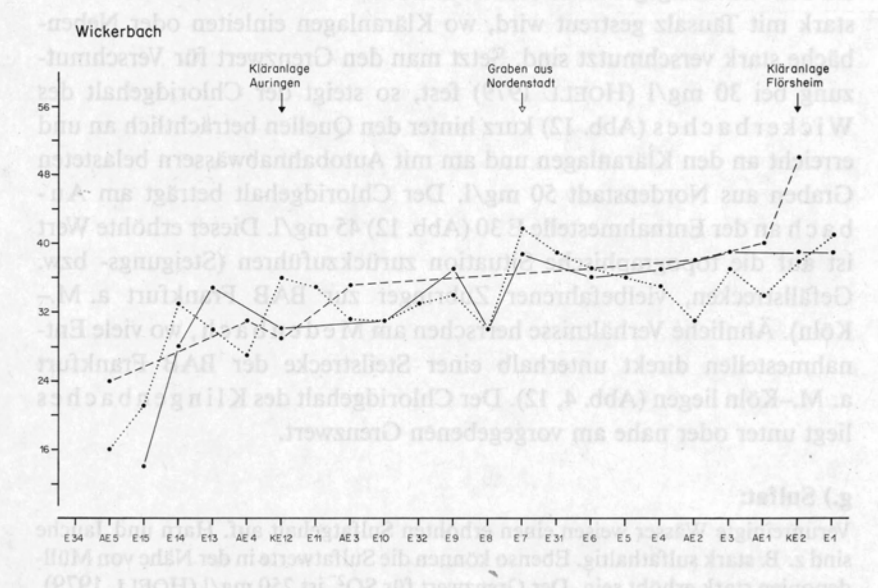
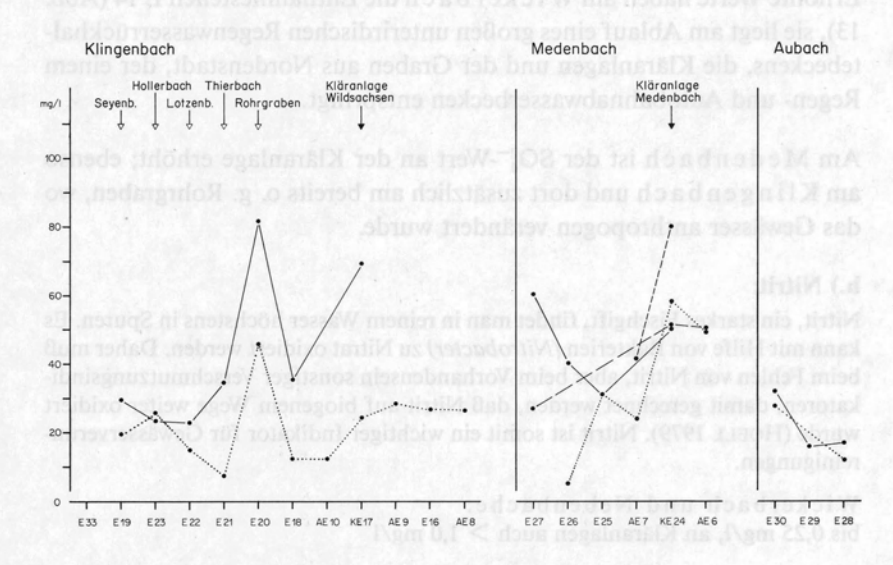


Abb. 12. Chlorid.





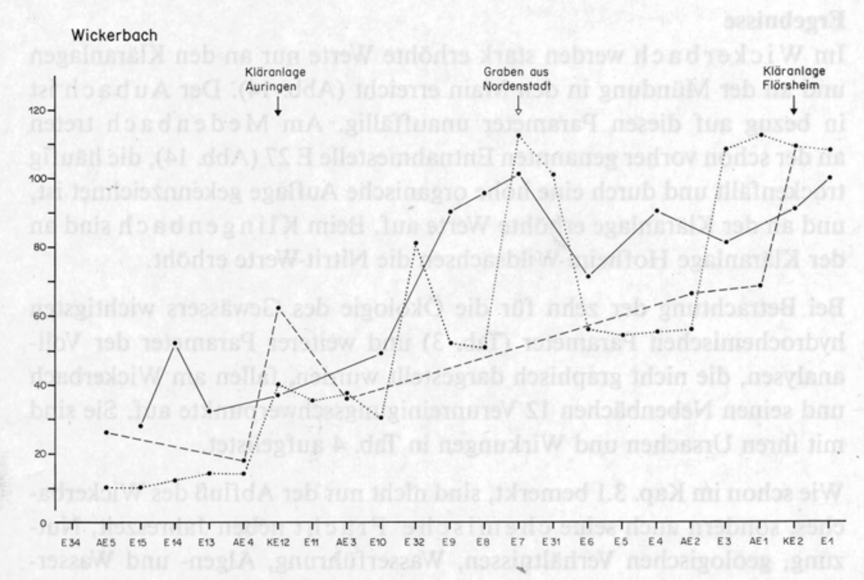


Abb. 13. Sulfat.

Ergebnisse:
Im gesamten Bachsystem wird der Grenzwert nicht erreicht (Abb. 13). Erhöhte Werte haben am Wickerbach die Entnahmestellen E 14 (Abb. 13), sie liegt am Ablauf eines großen unterirdischen Regenwasserrückhaltebeckens, die Kläranlagen und der Graben aus Nordenstadt, der einem Regen- und Autobahnabwasserbecken entspringt.

Am Medenbach ist der SO_4^{2-}-Wert an der Kläranlage erhöht; ebenso am Klingenbach und dort zusätzlich am bereits o. g. Rohrgraben, wo das Gewässer anthropogen verändert wurde.

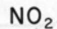
h.) Nitrit:
Nitrit, ein starkes Fischgift, findet man in reinem Wasser höchstens in Spuren. Es kann mit Hilfe von Bakterien *(Nitrobacter)* zu Nitrat oxidiert werden. Daher muß beim Fehlen von Nitrit, aber beim Vorhandensein sonstiger Verschmutzungsindikatoren, damit gerechnet werden, daß Nitrit auf biogenem Wege weiter oxidiert wurde (HOELL 1979). Nitrit ist somit ein wichtiger Indikator für Gewässerverunreinigungen.

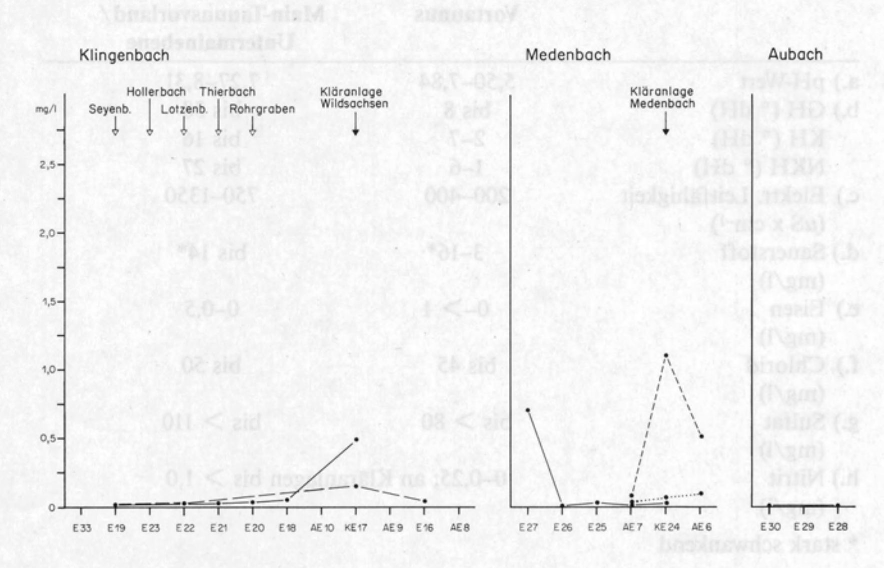
Wickerbach und Nebenbäche:
bis 0,25 mg/l, an Kläranlagen auch > 1,0 mg/l

Ergebnisse
Im Wickerbach werden stark erhöhte Werte nur an den Kläranlagen und an der Mündung in den Main erreicht (Abb. 14). Der Aubach ist in bezug auf diesen Parameter unauffällig. Am Medenbach treten an der schon vorher genannten Entnahmestelle E 27 (Abb. 14), die häufig trockenfällt und durch eine hohe organische Auflage gekennzeichnet ist, und an der Kläranlage erhöhte Werte auf. Beim Klingenbach sind an der Kläranlage Hofheim-Wildsachsen die Nitrit-Werte erhöht.

Bei Betrachtung der zehn für die Ökologie des Gewässers wichtigsten hydrochemischen Parameter (Tab. 3) und weiterer Parameter der Vollanalysen, die nicht graphisch dargestellt wurden, fallen am Wickerbach und seinen Nebenbächen 12 Verunreinigungsschwerpunkte auf. Sie sind mit ihren Ursachen und Wirkungen in Tab. 4 aufgelistet.

Wie schon im Kap. 3.1 bemerkt, sind nicht nur der Abfluß des Wickerbaches, sondern auch seine chemische Fracht neben Jahreszeit, Nutzung, geologischen Verhältnissen, Wasserführung, Algen- und Wasserpflanzenbewuchs etc. sehr stark von den Einleitungen der Kläranlagen abhängig. Die Reinigungsleistung der Anlagen muß daher unbedingt weiter verbessert werden (s. Kap. 4.2.1).







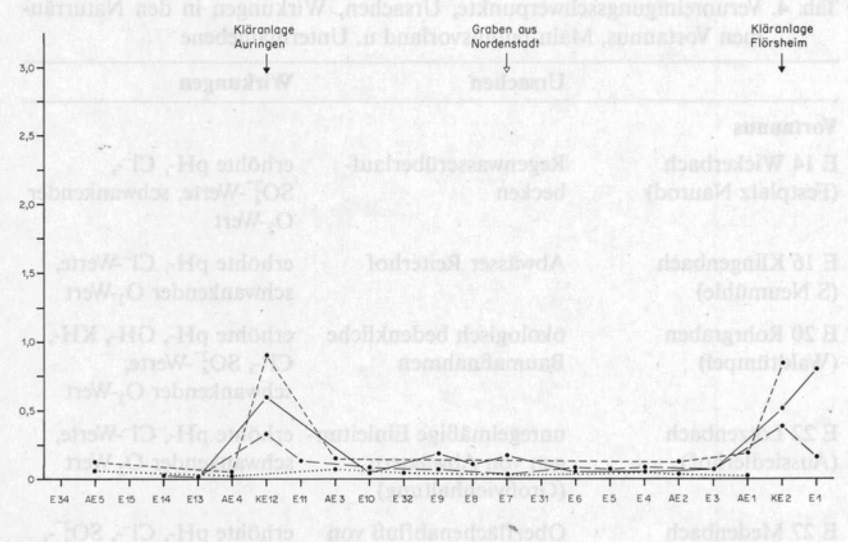


Abb. 14. Nitrit.

Tab. 3. Ergebnisse der hydrochemischen Analysen in den Naturräumen Vortaunus, Main-Taunusvorland u. Untermainebene

	Vortaunus	**Main-Taunusvorland / Untermainebene**
a.) pH-Wert	5,50–7,84	7,27–8,31
b.) GH (° dH)	bis 8	bis 38
KH (° dH)	2–7	bis 16
NKH (° dH)	1–6	bis 27
c.) Elektr. Leitfähigkeit ($\mu S \times cm^{-1}$)	200–400	750–1350
d.) Sauerstoff (mg/l)	3–16*	bis 14*
e.) Eisen (mg/l)	0–> 1	0–0,5
f.) Chlorid (mg/l)	bis 45	bis 50
g.) Sulfat (mg/l)	bis > 80	bis > 110
h.) Nitrit (mg/l)	0–0,25; an Kläranlagen bis > 1,0	

* stark schwankend

Tab. 4. Verunreinigungsschwerpunkte, Ursachen, Wirkungen in den Naturräumen Vortaunus, Main-Taunusvorland u. Untermainebene

	Ursachen	**Wirkungen**
Vortaunus		
E 14 Wickerbach (Festplatz Naurod)	Regenwasserüberlaufbecken	erhöhte pH-, Cl^--, SO_4^{2-}-Werte, schwankender O_2-Wert
E 16 Klingenbach (S Neumühle)	Abwässer Reiterhof	erhöhte pH-, Cl^--Werte, schwankender O_2-Wert
E 20 Rohrgraben (Waldtümpel)	ökologisch bedenkliche Baumaßnahmen	erhöhte pH-, GH-, KH-, Cl^--, SO_4^{2-}-Werte, schwankender O_2-Wert
E 22 Lotzenbach (Aussiedlerhof)	unregelmäßige Einleitungen von Abwässern (Großviehhaltung)	erhöhte pH-, Cl^--Werte, schwankender O_2-Wert
E 27 Medenbach (S Forsthaus)	Oberflächenabfluß von der Autobahn; häufiges Trockenfallen	erhöhte pH-, Cl^--, SO_4^{2-}-, NO_2^--Werte, erhöhte Elektr. Leitfähigkeit, schwankender O_2-Wert

(Fortsetzung Tab. 4)

	Ursachen	**Wirkungen**
E 28 Aubach (Waldsee)	unregelmäßige Einleitung von Abwässern: Reiterhof und Pelztierfarm	erhöhte pH-, Cl^--Werte, schwankender O_2-Wert
E 30 Aubach (N Naurod)	ehemalige Bauschuttdeponie	erhöhte pH-, KH-, NKH-, Cl^--, SO_4^{2-}-Werte, schwankender O_2-Wert
Main-Taunusvorland		
E 7 Wickerbach (Graben aus Nordenstadt)	Abwässer von der Autobahn, von Parkflächen, von Start-/Landebahnen (Militärflughafen)	erhöhte pH-, GH-, KH-, NKH-, Cl^--, SO_4^{2-}-Werte, erhöhte Elektr. Leitfähigkeit, schwankender O_2-Wert
E 31, 32 (Dräne Delkenheim, Breckenheim)	Entwässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen (Düngung, Schädlingsbekämpfung etc.)	erhöhte GH-, KH-, NKH-, Cl^--, SO_4^{2-}-Werte, erhöhte Elektr. Leitfähigkeit, schwankender O_2-Wert
Untermainebene		
E 1 Wickerbach (Mündung Main)	viele Fremdwassereinleiter, Abschwemmungen von landwirtschaftl. Flächen etc.	erhöhte pH-, $Fe^{2+/3+}$-, Cl^--, SO_4^{2-}-, NO_2^--Werte, erhöhte Elektr. Leitfähigkeit, schwankender O_2-Wert
E 3 Wickerbach (Wiesenmühle)	entspricht E 1	erhöhte pH-, $Fe^{2+/3+}$-, Cl^--, SO_4^{2-}-Werte, schwankender O_2-Wert

4. Renaturierungsmaßnahmen und -möglichkeiten

4.1. Nutzungsansprüche des Menschen

Bis vor kurzem hatte die einseitige wirtschaftliche Nutzungsorientierung bei Maßnahmen an Fließgewässern höchste Priorität. Die ökologische Situation war zweitrangig. Ihr konnte kaum Rechnung getragen werden, da wirtschaftliche Interessen und wasserbauliche Vorgaben im Wege standen. Ebenso kam es nur selten zur vielfach geforderten Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Biologen.

Jeder Wasserbau muß von seinem Auftrag her bestimmte technische Ansprüche erfüllen und unnatürliche, naturfremde Gewässerleistungen sicherstellen. Auch der naturnahe Wasserbau kann an dieser Forderung nichts ändern. Somit finden ökologische Gesichtspunkte nur Berücksichtigung, wenn sie den technisch funktionalen Zielen nicht im Wege stehen. Dadurch bringt auch der moderne Wasserbau keine Naturnähe im streng ökologischen Sinn, zu deren Erhalt alle Biotopeingriffe an den Lebensansprüchen standortspezifischer Pflanzen und Tiere orientiert sein müßten. Ziel aller Schutz-, Gestaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen kann es zur Zeit nur sein, unter Abwägung der Nutzungsansprüche des Menschen möglichst naturnahe Verhältnisse zu schaffen, zu erhalten und zu versuchen, den ästhetischen und ökologischen Aufgaben des Fließgewässers möglichst gerecht zu werden (Boettger 1990). Dabei dienen die natürlichen, d. h. die sich ohne menschliche Eingriffe und Einflüsse ausprägenden Fließgewässereigenschaften, als Vorbild. Sie werden bestimmt durch Klima, Geologie, unterschiedliche Fließgeschwindigkeit, wechselnde Wassertiefe, unterschiedliche Korngröße des Sohlensubstrates, verschiedene Böschungsneigungen, einen nach Alter und Wuchshöhe reich gegliederten Gehölzbestand, artenreiche Gras- und Krautvegetation, Altarme und Altwässer etc.

Fließgewässer und Auen gehören zu jenen Feuchtgebieten, die aufgrund zahlreicher Nutzungsansprüche des Menschen besonders von Zerstörung und Umgestaltung betroffen sind. Einerseits verändern die Einleitungen von Abwässern und Schadstoffen die Gewässerchemie und -biologie, andererseits stellen Baumaßnahmen im/am Gewässer und in der Talaue starke Belastungen dar. Viele dieser Nutzungsansprüche des Menschen am Fließgewässer könnten bei entspr. Zusammenarbeit der einzelnen Interessengruppen schonender als bisher verlaufen.

Um dem Anspruch der ökologischen Renaturierung eines Fließgewässers gerecht zu werden, bedarf es ausgewählter Bäche, bei denen wirtschaftliche Interessen hintenangestellt werden und Biotop- und Biozönosenschutz in den Vordergrund treten.

Da der Wickerbach und seine Quellbäche stark anthropogen geprägte Fließgewässer sind und in Zukunft auch bleiben werden, können sie diese Forderungen nicht erfüllen. Es lassen sich aber an verschiedenen ausgewählten Stellen „naturnahe Gewässerabschnitte“ schaffen. Außerdem kann der ökologische Gesamtzustand des Baches in größerem Umfang als bisher verbessert werden.

4.2. Renaturierungsmöglichkeiten am Wickerbach und seinen Nebenbächen

4.2.1. Verbesserung der Gewässergüte des Wickerbaches und seiner Nebenbäche durch Abwasserfischteiche, Abwasserteiche, Sickermulden und Sammler für stark belastete Oberflächenabflüsse

In niederschlagsarmen Zeiten können sich die Abflüsse des Wickerbaches und seiner Nebenbäche bis zu Dreiviertel aus den Einleitungen der vier im Einzugsgebiet liegenden Kläranlagen zusammensetzen (s. Kap. 3.1). Deren Reinigungsleistungen sind, wie chemische Wasseranalysen am Einleiter deutlich machen, nicht immer zufriedenstellend (s. Kap. 3.2). Die Kläranlagen sind folgendermaßen ausgelegt (Hessische Landesanstalt für Umwelt 1991):

a.) Flörsheim

Betreiber:	Abwasserverband Flörsheim
Größenklasse:	> 10.000–100.000 EWG
Vorfluter:	Wickerbach, Main
Reinigungsstufen:	mechanisch, biologisch
geplant:	chemisch, Nitratelimination

b.) Auringen

Betreiber:	Stadt Wiesbaden
Größenklasse:	> 10.000–100.000 EWG
Vorfluter:	Wickerbach
Reinigungsstufen:	mechanisch, biologisch, chemisch, Nitratelimination
geplant:	–

c.) Medenbach

Betreiber:	Stadt Wiesbaden
Größenklasse:	1.000–10.000 EWG
Vorfluter:	Medenbach
Reinigungsstufen:	mechanisch, biologisch, chemisch
geplant:	–

d.) Wildsachsen:

Betreiber:	Stadt Hofheim
Größenklasse:	1.000–10.000 EWG
Vorfluter:	Klingenbach
Reinigungsstufen:	mechanisch, biologisch
geplant:	–

Da die Gewässergüte des Wickerbaches und seiner Nebenbäche in sehr hohem Maße von den Reinigungsleistungen der Kläranlagen abhängt, müssen hier bei Sanierungsmaßnahmen die Prioritäten gesetzt werden.

Schwerpunktmäßig gilt es, die chemische Beschaffenheit der Abwässer zu verbessern, d. h. die „Nährstoffe“ Nitrat und Phosphat zu eliminieren, um die Vorfluter durch Zuwachs an Biomasse nicht sekundär zu verunreinigen.

Eine kostengünstige Alternative für die 3. Reinigungsstufe könnten Abwasserfischteiche (AFT) sein.

Bei den AFT werden die Vorgänge der natürlichen Selbstreinigung stehender bzw. langsam fließender Gewässer zur Reinigung organisch belasteter Abwässer genutzt. Sie gleichen eutrophen Seen, in denen die organischen Stoffe von Mikroorganismen abgebaut werden. Die erforderliche Sauerstoffversorgung wird durch Sauerstoffaufnahme aus der Atmosphäre sowie durch künstliche Sauerstoffzuführung erreicht (SCHWOERBEL 1987: 193). Daneben dienen die AFT der Haltung und Erzeugung verwertbarer Speisefische (Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, schriftl. Mitteilung 1993)*.

Entwicklung der AFT:
OESTEN beschäftigte sich 1899 erstmals mit dieser Methode der Abwasserreinigung (LIEBMANN 1960: 531 ff.). Um 1920 entwickelte DEMOLL technische Konzepte, um Fischteiche für die Abwasserreinigung einzusetzen. Diese wurden 1929 mit dem Bau der Münchner Abwasserfischteichanlage verwirklicht.

Die Münchner Anlage, im Erdinger Moos, zwischen Unterföhring und Neufinsing gelegen, ist bis heute das größte und bedeutendste Projekt dieser Art geblieben und gilt in abwassertechnischer, wasserwirtschaftlicher sowie fischereilicher Hinsicht als beispielhaft.

Da das Münchner Abwasserfischteichverfahren keine größere Bedeutung erlangte, ist nur sehr wenig Literatur verfügbar. BARTHELMES 1981: 27 und SCHWOERBEL 1987: 193 erwähnen in einigen Sätzen die Münchner Anlage. Am ausführlichsten beschreibt sie LIEBMANN 1960: 531 ff.; weiterhin wurde sie 1954/56 im Rahmen einer Dissertation unter vorwiegend biologisch/fischereilichen Gesichtspunkten untersucht.

Technische Daten der AFT (München):

Gesamtfläche:	200 ha Wasserfläche 30 ha Wasserfläche für Nebenanlagen
Größe der einzelnen AFT:	4,6–7,5 ha
Größte Tiefe:	2 m (im Bereich der Mönche)
Form:	Rechteckform mit Zu- und Ablauf an den Schmalseiten (AFT können weitgehend den Geländegegebenheiten unter Vermeidung „toter Zonen“ angepaßt werden)

* Der Autor dankt dem Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft; es stellte freundlicherweise Literatur und Daten der Abwasserfischteichanlage München der Bayernwerk AG zur Verfügung.

Besatz:	zweisömmrige Karpfen (jährlich werden ca. 100 t als dreisömmrige Speisekarpfen nach Untersuchung durch das zuständige Landesamt für Gesundheitswesen verkauft) erfolgreiche Versuche mit Hechtbrut und Regenbogenforellen fehlgeschlagene Versuche mit Schleien (diese sind auf Bodennahrung angewiesen und vertragen wahrscheinlich die polysaproben Verhältnisse im Schlamm nicht)
Besatzdichte:	500 zweisömmrige Karpfen/ha
Betrieb der AFT:	von März bis November; von Dezember bis Februar müssen alle AFT trockengelegt werden, damit der sich allmählich am Teichboden anhäufende Faulschlamm mineralisieren und Luftsauerstoff aufnehmen kann
Biologie der AFT:	im Frühjahr: starke Phytoplanktonbildung (v. a. Kieselalgenarten) im Sommer: starke Zooplanktonbildung (Rädertiere, Cladoceren, Copepoden) im Spätsommer: schwach ausgeprägtes Phytoplankton-Maximum Verhältnisse im Teichboden während der Bespannungsperiode: sehr kontinuierlicher Übergang von einer beta–alpha-mesosaproben zu einer polysaproben Artenzusammensetzung mit fortschreitender Verminderung des O_2-Gehaltes im Bodenwasser
Reinigungsleistungen der AFT:	weitere Reinigung von mechanisch/teilbiologisch behandeltem Abwasser; dieses muß frei von Giftstoffen und Mineralölen sein; Verdünnung des sauerstofffreien Abwassers mit sauerstoffgesättigtem Isarwasser im Verhältnis 1 : 3; günstigster pH-Wert des Frischwassers zwischen 7 und 8 Abwasseraufnahme der AFT: 3 m^3/s Reinigungsleistung: nahezu 100% (gemessen am CSB)
Reinigungslauf (ökologischer Kreislauf):	organische Stoffe des Abwassers werden von Bakterien aufgenommen und aufbereitet; Bakterien dienen Kleinlebewesen als Nahrung; Kleinlebewesen dienen Fischen als Nahrung

Im Rahmen der Abwasserreinigung erfüllen die Besatzfische zwei wesentliche Aufgaben:

a.) sie sind Indikatoren für die Art des Verlaufes der Abwasserreinigung (der Fischereisachverständige übernimmt bei den AFT die Stelle des Klärwärters)
b.) durch häufiges Gründeln der Karpfen werden die abgesetzten Stoffe am Teichboden aufgewirbelt; dadurch wird die Schlammineralisierung gefördert

Die Besatzfische nehmen ausschließlich die durch „Abwasserdüngung" entstehende „Naturnahrung" auf (Kieselalgen, Rädertiere, *Tubifex tubifex,* Chironomidenlarven etc.). Das Nahrungsangebot ist stets größer als der Bedarf. Es muß nicht zugefüttert werden.

Vorteile der AFT:
a.) „einfacher" Betrieb, ohne umfangreiche maschinelle Ausrüstung
b.) geringer Wartungs- und Personalaufwand
c.) Reinigungsleistung bis 100% (gemessen am CSB); weitgehende Elimination gelöster, anorganischer Stickstoff- und Phosphorverbindungen
d.) Gewinnung von Speisefischen

Nachteile der AFT:
a.) Ausfall der AFT von Dezember bis Februar wegen unbedingt notwendiger Trockenlegung
b.) hoher Bedarf an Verdünnungswasser (Probleme bei der Nutzung abflußschwacher Fließgewässer)
c.) hoher Flächenbedarf der AFT (4–5 m^2/EGW)

Das Vorbild der Münchner Abwasserfischteichanlage läßt sich, schon aus räumlichen Gründen und wegen des hohen Bedarfs an Verdünnungswasser, nur in wesentlich kleineren Maßstäben auf die Kläranlagen im Untersuchungsgebiet übertragen.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung des Abwassers sind die Vorbedingungen gut. Alle Anlagen sind mechanisch, biologisch ausgebaut, Auringen und Medenbach verfügen sogar über weitergehende chemische Reinigungsstufen (Hessische Landesanstalt für Umwelt 1991).

Die geforderte Abwasserfischteichfläche von 4–5 m^2/EGW kann bei der Auslegung der vier Kläranlagen, die z. B. in Flörsheim und Auringen bei 100.000 EGW liegt, nicht realisiert werden. Demnach wären bei den beiden kleineren Anlagen Flächen von ca. 5 ha, bei den größeren von ca. 50 ha erforderlich.

Allerdings gelten diese Flächenmaße nur für mechanisch oder teilbiologisch behandeltes Abwasser. Bei den weitergehend vorbehandelten Abwässern des Untersuchungsgebietes würden nach Meinung des Autors Teichflächen bis 5 ha und u. U. < (auch als mehrere hintereinandergeschaltete AFT) ausreichen. Dabei müßte auf eine gute Sauerstoffzufuhr und auf eine den Verhältnissen angepaßte Besatzdichte geachtet werden. Kritischer Faktor für die Größe der Abwasserfischteiche dürfte das zur Verfügung stehende Verdünnungswasser sein. Wie schon o. g., kann die Wassermenge der Vorfluter in niederschlagsarmen Zeiten sehr gering sein (s. Kap. 3.1).

Dennoch könnten AFT, selbst wenn sie nur in kleinen Maßstäben gebaut werden, im Untersuchungsgebiet die Abwasserqualität des Wickerbaches und seiner Nebenbäche weiter verbessern. Vor allem würden die wegen intensiver landwirtschaftlicher Nutzung anfallenden großen Nitrat- und Phosphatmengen noch mehr als bisher eliminiert.

Neben den Einleitungen der vier im Untersuchungsgebiet liegenden Kläranlagen werden der Wickerbach und seine Nebenbäche zusätzlich mit folgenden Abwässern belastet:

Einleitung von Gülle durch Aussiedlergehöfte, Reitställe und eine Pelztierfarm (Wiesbaden-Auringen)

Oberflächenabflüsses von gedüngten und chemisch behandelten, landwirtschaftlichen Flächen sowie Weinbergen (Bereich Hochheim-Wicker)

Oberflächenabflüsse von versiegelten Flächen (Autobahnen, Straßen, Wegen, Siedlungen, Wochenendsiedlungen, Parkplätzen zweier „Supermärkte“ etc.)

Abflüsse von Müll- und Bauschuttdeponien, Haushalten, kleinen Gewerbebetrieben etc.

Soweit die Einleitung von Gülle nicht flächenhaft erfolgt und die Verursacher eindeutig auszumachen sind, kann der Vorfluter durch Anlage von Abwasserteichen entlastet werden. Diese Methode wäre an folgenden Stellen des Gewässersystems möglich:

Einleiter:	**Meßstelle:**	**Vorfluter:**
Reiterhof, Pelztierfarm	E 28	Aubach
Aussiedlerhof, Damwildgehege	E 22	Lotzenbach
Reiterhöfe	E 16	Klingenbach
Gaststätte und landwirtschaftlicher Betrieb	E 11	Wickerbach

Allen bereits bestehenden oder geplanten Aussiedler-, Reiterhöfen und der Pelztierfarm muß zur Auflage gemacht werden, daß sie ihre Abwässer nicht ungereinigt in das nächste Gewässer leiten, sondern entweder an die Sammler der Kläranlagen angeschlossen werden, oder, wo dies nicht möglich ist, sollten Kleinkläranlagen, die Belebtschlamm und Tauchkörper vereinigen, eingesetzt werden. Sie bestehen aus einer Tauchkörperkomponente (festsitzende Mikroorganismen) und einer Belebtschlammkomponente (freischwebende Mikroorganismen). Ihre Reinigungsleistung beträgt 1200 EGW bei niedrigen Anschaffungs- und Betriebskosten und extrem geringem Flächenverbrauch (Troginhalt 18,5 m^3, Oberfläche des Nachklärbeckens 6,33 m^2). Der Wirkungsgrad der Anlage liegt im BSB_5-Bereich bei 92%, im CSB-Bereich bei 72–80% und hinsichtlich der Elimination des Gesamtstickstoffs bei 22–40% (Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Hannover 1982). Um die Reinigung von Stickstoff und Phosphat zu verbessern, können den Kleinkläranlagen Abwasserteiche nachgeschaltet werden.

Diese Teiche sind flach und bauen mit Hilfe aerober Bakterien organische Abwässer, Nitrat und Phosphat ab. Dabei wird der Sauerstoff nicht wie bei den Abwasserfischteichen künstlich eingebracht, sondern stammt aus photosynthetisierenden Algen und aus der Atmosphäre.

Planktonische Krebse (vor allem Cladoceren) verhindern durch ihre Filtriertätigkeit eine sekundäre Verschmutzung und eine Sauerstoffzehrung durch absterbende Algen (SCHAEFER et al. 1983). Um eine optimale Reinigungsleistung zu erzielen, müssen die Abwasserteiche hinsichtlich ihrer Größe, Lage und nach der anfallenden Güllemenge konzipiert werden. Durch dichte Bepflanzung, z. B. mit *Phragmites australis,* kann der Abbau organischen Materials erhöht werden. Fischbesatz ist nicht erwünscht. Jahreszeitlich bedingt ist die Leistung solcher Anlagen im Winter stark herabgesetzt (geringe Assimilation der Algen, Einzug von *Phragmites australis*).

Am Lotzenbach stellt das Damwildgehege, das einen großen Teil seines Quellgebietes mit Zäunen umschließt, eine zusätzliche Belastung dar. Seine umgehende Entfernung ist zu veranlassen.

Regelmäßig sind auch die mit Medikamentenrückständen, Desinfektionsmitteln, Fäkalien etc. belasteten Abwässer der Pelztierfarm zu überprüfen. Hier sollte die o. g. Kleinkläranlage mit nachgeschaltetem Abwasserteich verbindlich vorgeschrieben werden.

Die folgenden Oberflächenabwässer können als „Problemwässer" bezeichnet werden, d. h., ihre Reinigung ist mit ökologischen Methoden z. T. nicht möglich oder schwierig.

Da die Böden im Untersuchungsgebiet, besonders im Main-Taunusvorland, durch ihren hohen Lößanteil sehr gute landwirtschaftliche Standorte darstellen, werden sie intensiv genutzt, chemisch behandelt u. gedüngt. Bei Flörsheim-Wicker befinden sich in Hanglage über dem Bach ausgedehnte Weinberge. Sie erhalten neben regelmäßiger Spezialdüngung mehrmals im Jahr eine Behandlung mit Schädlingsbekämpfungsmitteln. Der Oberflächenabfluß schwemmt Reste des Düngers und der chemischen Spritzmittel in den Wickerbach.

Folge der intensiven Düngung landwirtschaftlicher Flächen sind u. a. auch wesentlich erhöhte Nitratwerte, wie sie z. B. vom Autor in Trinkwasserbrunnen bei Wiesbaden-Delkenheim gemessen wurden. Der Nitratgehalt ist ein Indikator für die Belastung des Bodens mit anorganischen und organischen stickstoffhaltigen Abfallstoffen; gleichzeitig aber auch für den Grad des Abbaues derselben im Boden und für die gegenwärtige Reinigungskraft des Bodens. Im Trinkwasser darf nicht mehr als 50 mg/l NO_3^- vorhanden sein. Bisher wurde Nitrat nur als Verschmutzungsindikator gewertet. Neuerdings befürchtet man aber, daß hoher Nitratgehalt zu Nitrosaminbildung führt und somit die Krebsanfälligkeit der Bevölkerung erhöht wird (HOELL 1986: 98–101). In den o. g. Trinkwasserbrunnen können Nitratwerte von 129 mg/l, also mehr als das Doppelte der z. Zt. gültigen Trinkwasserverordnung, erreicht werden.

Die heute von Landwirten leider immer noch praktizierte flächenhafte Überdüngung und chemische Schädlingsbekämpfung kann nur durch intensive Aufklärungsarbeit der entspr. Beratungsstellen vermindert werden.

Eine weitere erhebliche Belastung für den Wickerbach und seine Nebenbäche stellen die Oberflächenabflüsse der versiegelten Flächen dar (Abb. 1). Diese sind sehr umfangreich und setzen sich vor allem aus einer Eisenbahntrasse, einer geplanten DB-Neubaustrecke, Autobahnen, Straßen und Wegen, die entlang des Gewässernetzes verlaufen oder es kreuzen, zusammen. Dazu kommen Städte, Gemeinden, Wochenendsiedlungen und große Parkplätze (Supermärkte).

Von diesen versiegelten Flächen werden, besonders bei Regenereignissen, organische Abfälle, Streusalz, Öl, Benzin, Reifenabrieb, Schwermetalle etc. in den Bach eingeschwemmt.

Um diese stark belasteten Oberflächenwässer vorzuklären und ihren direkten Abfluß in den Wickerbach und seine Nebenbäche zu vermeiden, sind zunächst „Einschwemmungsschwerpunkte" festzulegen (Abb. 1). Diese liegen am Wiesbadener Autobahnkreuz (Autobahnabwässer), an den Steilstrecken der BAB Frankfurt–Köln bei Wiesbaden-Naurod, Wiesbaden-Medenbach (Autobahnabwässer, spez. Streusalz) sowie zwischen Wiesbaden-Nordenstadt und Hofheim-Wallau (Autobahnabwässer, Parkplatzabwässer verschiedener „Supermärkte"). Hier lassen sich als „Vorklärbecken" Sickermulden einsetzen. Solche Anlagen wurden vor einigen Jahren im Stadtwald Frankfurt a. M. und bei Rüsselsheim gebaut (Golwer et al. 1983). Sie sind großflächig und tief ausgelegt, dich mit *Phragmites australis* etc. bewachsen und ähneln den o. g. Abwasserteichen, wobei der sich absetzende Schlamm in regelmäßigen Abständen ausgebaggert und auf Sondermülldeponien verbracht werden müßte. Bei der Errichtung solcher Anlagen sind die Grundwasserverhältnisse genaustens zu untersuchen, damit eine Verunreinigung ausgeschlossen wird. Andernfalls ist auf künstliche Regenwasserrückhaltebecken, wie z. B. an der A 66 (Abb. 4: E 5), zurückzugreifen. Dieses Becken sollte allerdings nicht in den „Graben aus Nordenstadt" überfließen, sondern direkt an den nahe vorbeilaufenden „Wickerbachtalsammler" angeschlossen werden.

Von Wiesbaden-Nordenstadt nach Flörsheim verläuft entlang des Wickerbachtales ein Hauptsammler zur Kläranlage Flörsheim. Dieser Abwassersammler quert mehrfach unterirdisch das Bachbett. Da sein Rohrsystem besonders an den Knickstellen Lücken aufweist, tritt bei Starkregen Abwasser, vermischt mit Oberflächenwasser, aus dem viel zu klein bemessenen Sammler in den Wickerbach. Dadurch sind auch häufige Trübungen im Bachwasser zu erklären. Um diese vermeidbare Gewässerbelastung zu verhindern, sollte der Sammler schnellstmöglich saniert und wesentlich größer dimensioniert werden.

Für den Oberflächenabfluß von Landstraßen und Wochenendsiedlungen ist, soweit diese nicht an die Kanalisation angeschlossen sind, möglichst auf natürlich angelegte Regenwasserrückhaltemulden in der Talaue zurückzugreifen.

Die Kapazität der meist viel zu klein ausgelegten Kläranlagen-Regenwasserüberlaufbecken wird durch die o. g. Abwasserfischteiche erheblich vergrößert, und die Abflußmengen der Kläranlagen können selbst bei Starkregenereignissen konstanter als bisher gehalten werden. Übliche Praxis ist, daß beim Überlauf der Becken das Regen- und Oberflächenwasser ungereinigt in den Vorfluter verbracht wird.

Im Untersuchungsgebiet sollten alle Wochenendhäuser am Hollerbach an die Kläranlage Hofheim-Wildsachsen angeschlossen werden. Im übrigen ist darauf zu achten, daß die Talaue aus ökologischen Gründen nicht weiter planlos bebaut wird und die z. Zt. vorhandenen Häuser/Hütten ihre Abwässer nicht in den Bach leiten. Vielfach wurde der Hollerbach umgeleitet, damit er auf den Wochenendgrundstücken künstlich errichtete Feuchtbiotope mit Wasser versorgt. Diese Maßnahmen müssen im Interesse der Gewässergüte und der natürlichen Bachflora, -fauna umgehend rückgängig gemacht werden.

Weitere Möglichkeiten der Gewässerverunreinigung können von Mülldeponien und Altlasten ausgehen. Im Oberlauf sind zwei Altlasten bekannt. Die eine liegt in der Nähe der Entnahmestelle E 30 (Abb. 4) und soll nur aus Bauschutt bestehen. Außer pH-Werten im alkalischen Bereich konnten weder mit chemischen Analysen, noch mit hydrobiologischen Untersuchungen (POSCHWITZ 1993) Verunreinigungen nachgewiesen werden. Dasselbe gilt für eine weitere angebliche Bauschutt-Deponie am Waldtümpel des Rohrgrabens, an der Entnahmestelle E 20 (Abb. 4). Bei Flörsheim-Wicker befindet sich oberhalb des Baches die großflächige Mülldeponie Flörsheim-Wicker. Hier sind laut Mitteilung einer Bürgerinitiative (POSCHWITZ 1979) verschiedenste Stoffe, auch Gifte (u. a. Cyanide), eingebracht worden. Nach Expertenaussagen besteht, dank aufwendiger Abdichtungs-/Sicherungsmaßnahmen und aufgrund der geologischen Verhältnisse, keine Gefahr für Grund- und Oberflächenwasser. Diese Aussagen wurden durch häufig durchgeführte chemische Wasseranalysen, auch auf typische Deponiegifte (Cyanid, Chromat, Kupfer), und durch die hydrobiologischen Untersuchungen bestätigt. Z. B. wurden an einem Abflußrohr (Oberflächen- und Regenwasser) der Mülldeponie, das bei der Entnahmestelle E 4 in den Wickerbach mündet, bis 1992 keine chemischen Verunreinigungen oder Schädigungen der Makrofauna, -flora festgestellt. Dennoch sollte auch dieses Oberflächenwasser der Deponie unbedingt an den unmittelbar vorbeiführenden Wickerbachtalsammler angeschlossen werden.

4.2.2. Rückbau ausgebauter Gewässerabschnitte und Aktivierung von Kleingewässern

Zur Erleichterung der biologischen Besiedlung sind Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen abschnittweise vom Ober- zum Unterlauf vorzunehmen. Besonders geeignet sind Fließgewässer ab Güteklasse II.

Größere Renaturierungen sollten vor vielen, kleinen den Vorrang haben, da sich hier die gewässertypische Fauna und Flora vollständiger einstellen (Hessische Landesanstalt für Umwelt 1988).

Am Wickerbach und seinen Nebenbächen müssen folgende Maßnahmen vorrangig durchgeführt werden:

- Weitestgehende Öffnung aller verrohrten Gewässerabschnitte
- Beseitigung unnatürlicher Sohlen- und Böschungsbefestigungen
- Erstellen naturnaher Bauwerke im Gewässer: rauhe Sohlrampen, Absturztreppen und Stützschwellen aus Naturstein, Stauanlagen als einfache Holzkonstruktionen, mit dem Zweck, das Wasser in regenarmen Zeiten aufzustauen und eine zu schnelle und zu tiefe Flächenentwässerung zu verhindern
- Rückgängigmachen ökologisch nutzloser Gewässerbaumaßnahmen
- Aktivierung alter Mühlgräben
- Artgerechte Uferbepflanzung und ökologisch ausgewählter Fischbesatz

Beim ökologisch ausgerichteten Wasserbau muß jede Verrohrung von Gewässern abgelehnt werden. Dadurch werden aquatische Lebensgemeinschaften zerschnitten, unabhängig, ob im Rohr die nackte Sohle vorhanden ist, oder ob sich dort noch ein Sohlsubstrat ausbilden konnte. Viele Organismen überleben bei hohen Abflüssen das Durchspülen durch die Rohrleitungen stromabwärts, aber kein Fisch oder anderes aquatisches Lebewesen wird freiwillig in die völlig lichtlose Strecke einer längeren Rohrleitung aufsteigen (KRAUS 1987).

In Wiesbaden-Naurod sind der Wickerbach und seine Quellbäche fast im gesamten Bereich der Gemeinde verrohrt (s. Abb. 1). Bachabwärts wurden die Gewässersohle und z. T. auch die Ufer mit engverfugten Steinen ausgelegt. Diese Maßnahmen müssen schwerpunktmäßig am Wickerbach, zwischen Wiesbaden-Naurod und Wiesbaden-Auringen, am Aubach, zwischen B 455 und Mündung, am Medenbach, bei Wiesbaden-Medenbach, am Mittel- und Unterlauf des Wickerbaches, besonders bei Wiesbaden-Delkenheim, beseitigt werden.

Im Benthos und Interstitial befindet sich der biologische Rasen. Er wird von niederen und höheren Pflanzen, durchsetzt mit Bakterien und Lebewesen, gebildet, die über chemische, enzymatische und biologische Umsetzungen die Selbstreinigungskraft des Gewässers bestimmen (z. B. Umwandlung vom Ammoniak zu Nitrit durch *Nitrosomonas* und Nitrit zu Nitrat durch *Nitrobacter*). Je rauher die innere Oberfläche eines Gewässers ist, desto umfangreicher ist auch der biologische Rasen. Bei den am Wickerbach und seinen Nebenbächen häufig zu findenden engverfugten Sohlen steht wesentlich weniger Fläche zur Verfügung wie z. B. bei einer Kiessohle. Das Leben im Interstitial ist noch in einigen Dezimetern Tiefe nachweisbar. Dadurch wird ein Gewässer nach einer Sohlenumlage bei Hochwasser schnell wieder belebt (KRAUS 1987). Nur eine offene Sohle kann zur Selbstreinigung des Fließgewässers beitragen und den Austausch zwischen Oberflächen- und Grundwasser gewährleisten. Auch für die Gewässerdynamik ist eine offene Sohle von Vorteil, da sich je nach Strömungsverhältnissen unterschiedliche Kleinstrukturen ausbilden (z. B. Stillwasserzonen, Schlammablagerungen etc.). Diese Kleinbiotope werden dann wieder von einer entsprechenden Fauna und Flora besiedelt (KRAUS 1987).

Nach Beseitigung der verrohrten und mit Steinen engverfugten Gewässerabschnitte sollten die Ufer mit rauhem Steinwurf, der auch einen submersen Pflanzenwuchs zuläßt, befestigt werden. Damit bleibt die Verbindung zum Untergrund vorhanden, Hohlräume werden mit Schwebmaterial zugeschwemmt und standorttypische Pflanzen finden Lebensräume.

Gehölzuferstreifen sichern den Bach vor übermäßigen Nähr- und Schadstoffeinspülungen, gleichen die Sauerstofführung aus und verhindern die Erosion des Ufers. Darüber hinaus bilden sie Lebens- und Zufluchtsstätten für Tiere sowie durch herabfallende Insekten etc. Nahrungsgrundlagen für Fische und andere Organismen des Gewässers.

Als Ergebnis sollten am Wickerbach und seinen Nebenbächen, wo immer möglich, aquatische, amphibische (= semiterrestrische und terrestrische) Biotope miteinander verknüpft werden.

Eine ökologisch nutzlose Gewässerbaumaßnahme, die umgehend rückgängig gemacht werden muß, ist die teilweise Trockenlegung des Waldtümpels am Rohrgraben (Abb. 4: E 20). Vor dieser Maßnahme waren dort *Bufo bufo, Rana temporaria, Triturus vulgaris* und *Triturus alpestris* zahlreich vertreten. Der Tümpel diente ihnen als Ablaichgewässer. Später wurde ca. Dreiviertel seiner Fläche trockengelegt und das abfließende Wasser durch einen mit engverfugten, künstlichen Steinen ausgelegten Kanal geleitet, der mehrere hundert Meter lang ist.

Diese Baumaßnahmen sind ökologisch nicht zu vertreten, da sie weder dem Hochwasserschutz noch anderen wichtigen „technischen“ Gewässer-

funktionen dienen. Vielmehr wurde ein wichtiges Feuchtbiotop zerstört und der übriggebliebene Teil mit seiner kleinen Wasserfläche durch Laubeintrag etc. zu einem sauerstoffarmen Gewässer der Güteklasse IV mit schlechten Lebensmöglichkeiten für Flora und Fauna gemacht.

Um die Selbstreinigungskraft des Wickerbaches und seiner Nebenbäche zu erhöhen, und um weitere typische Aubiotope zu schaffen, müssen die alten Mühlgräben, die z. T. trockengefallen sind, wieder an das Gewässersystem angeschlossen werden. Solche Möglichkeiten ergeben sich an der Ober-Mühle, Wickerbach-Mühle, Schlag-Mühle, Gerber-Mühle, Unter-Mühle, Ober-Mühle (N Wiesbaden-Igstadt), südwestlich der Hokkenberger-Mühle und an der Klingen-Mühle.

Wenn die Sauerstoffführung des Wickerbaches und seiner Nebenbäche mit den o. g. Maßnahmen verbessert worden ist, natürliche Sohl- und Böschungsbefestigungen angelegt worden sind sowie eine sachgerechte Uferbepflanzung durchgeführt wurde, ergeben sich Lebensmöglichkeiten für einen artgerechten Fischbestand. Ziel sollte es sein, das gesamte Gewässersystem nicht einseitig fischereilich zu nutzen, sondern an geeigneten Stellen biotopgerechte Kleinfischarten auszusetzen. Als „Ersatzgewässer“ sind den Sportfischern und Angelvereinen z. B. die Kiesgruben des Main-Taunusvorlandes zur Verfügung zu stellen. Ansprechpartner für den Besatz und die Pflege der Kleinfischbestände wären Naturschutzverbände und Gemeinden. Es könnten folgende Fische und Krebse ausgesetzt werden:

Oberlauf von Wickerbach, Medenbach, Klingenbach:
Lampetra planeri, Lota lota, Noemacheilus barbatulus, Cobitis taenia, Cottus gobio, Phoxinus phoxinus, Leuciscus leuciscus, Astacus torrentium, Astacus astacus.

Mittellauf und Unterlauf des Wickerbaches:
Gasterosteus aculeatus, Gymnocephalus cernua, Misgurnus fossilis, Gobio gobio, Alburnus alburnus, Leucaspius delineatus, Carassius carassius, Rhodeus sericeus amarus, Orconectes limosus.

4.2.3. Standortgemäße Flächennutzung und Bewirtschaftung der Talauen sowie Erweiterung und Sicherstellung schutzwürdiger Gewässerabschnitte

Wie schon o. g., erschöpft sich die Auswirkung von Gewässern nicht im Uferstreifen oder Auwald allein, sondern strahlt in die gesamte Tallandschaft aus. Unabdingbar gehören heute alle Arten von Wasserflächen zu den Freizeit- und Erho-

lungsbereichen des Menschen, wo z. B. Angel- und Wassersport ausgeübt, aber auch Wander- und Radwege angelegt werden. Weiterhin dient das Gewässer als Spender von Trink- und Brauchwasser und als Vorfluter für Abwasser.

Nachdem Möglichkeiten zur Verbesserung der Wasserqualität angesprochen wurden, sollen im folgenden Schäden und Gefahren, die den Talauen des Wickerbaches und seiner Nebenbäche drohen, näher betrachtet werden.

Zunächst sind alle Angel- und Fischteiche, besonders die in den Auen des Thier- und Hollerbaches und im Oberlauf des Wickerbaches (Abb. 3: 10T), vom Fließgewässer abzukoppeln. Dabei müssen die Nutz- und Zierfische beseitigt und die Teiche für den Artenschutz verwendet werden (extensive Pflege, evt. Wiederansiedlung gefährdeter Tier- und Pflanzenarten). Es ist besonders nachteilig, daß diese Teichanlagen bis in die Quellregionen des Thier-, Holler- und Wickerbaches reichen. Dadurch werden den hochspezialisierten Quellbewohnern Lebensmöglichkeiten entzogen. Quellteichanlagen engen die hydrologischen, chemischen und biologischen Rahmenbedingungen für die Existenz stenöker Krenobionten stark ein. Gleichzeitig erfahren die Laichgewässer, z. B. von *Salamandra salamandra* (der im Untersuchungsgebiet noch häufig vorkommt), Veränderungen, die dazu führen, daß sie von adulten Individuen nicht mehr angenommen werden oder abgesetzte Larven ihre Entwicklung nicht abschließen können (HEHMANN et al. 1987).

Die am Unterlauf des Wickerbaches liegenden K i e s g r u b e n ließen sich, soweit sie nicht mehr genutzt werden, ohne große Kosten in Fischteiche mit Amphibienschutzgebieten umfunktionieren. Indem Teile der Kiesgruben abgetrennt und bepflanzt würden, könnten Rückzugs- und Ablaichgebiete geschaffen werden für Amphibien (besonders *Bufo viridis*), Reptilien und Wasservögel (an den Steilhängen ergäben sich Nistmöglichkeiten für *Riparia riparia* und *Alcedo atthis*). Ein gutes Beispiel für gelungene Rekultivierungsmaßnahmen geben die E Weilbach gelegenen Weilbacher Kiesgruben (Wasserfläche ca. 40 000 m^2, Naturschutzgebiet ca. 600 000 m^2), die von der GRKW (Gesellschaft zur Rekultivierung der Kiesgrubenlandschaft Weilbach) zu einem Naturschutzgebiet umstrukturiert wurden, wo sich Pflanzen und Tiere ungestört entwickeln können.

Zur Zeit werden die Kiesgruben im Unterlauf des Wickerbaches als Badeseen genutzt. Diese künstlich entstandenen Seen sind mit offenem Grund-

wasser gefüllt und schon heute durch den Badebetrieb einer erheblichen Verschmutzungsgefahr ausgesetzt. Die ausschließliche Nutzung als Angelgewässer und Amphibienschutzgebiete würde sich daher schon aus hygienischen Gründen anbieten.

Ein nur schwer wieder rückgängig zu machender Landschaftsschaden entstand 1978 bei Planierungsarbeiten für die Kläranlage Flörsheim. Damals wurde unter Mißachtung von Natur- und Landschaftsschutz Auenboden vom Mainufer auf die felsigen Kalkböden des Falkenberges mit ihren für Hessen seltenen Trockenrasengesellschaften geschüttet. Seither sind dort z. B. *Globularia punctata, Onobrychis arenaria, Scorzonera purpurea, Trinia glauca* und *Veronica scheereri* verschollen (BREYER 1987).

Anthropogene Gesteinsentnahmen stellen in der Regel erhebliche Landschaftsbelastungen dar, da sie die Funktionsfähigkeit der ökosystemaren Prozesse ungünstig beeiflussen und die Leistungsfähigkeit des betroffenen Raumes sowie eines mehr oder weniger großen Umfeldes herabsetzen. Andererseits können verlassene Steinbrüche auch wertvolle Ersatz- und Rückzugsräume für Tiere und Pflanzen darstellen. Sie beherbergen eine große Zahl von Arten der „Roten Listen" und stellen selten gewordene Pionierstandorte in einer ansonsten intensiv genutzten Landschaft dar (NEUHAUS 1987).

Der Kalksteinbruch am Falkenberg ist z. Zt. ein solcher Pionierstandort für Tiere und Pflanzen. Sollten dort aber, wie geplant, erneut Kalkmergelsteine für die Zementherstellung abgebaut werden, kämen auf den Unterlauf des Wickerbaches erhebliche ökologische Schäden zu, da sich das Abbaufeld großflächig über die Talaue erstreckt (s. Kap. 2.3).

Weiter Eingriffe in die Auen des Wickerbaches und seiner Nebenbäche sind durch den Bau einer Neubaustrecke der DB zu befürchten (DB-NBS). Diese Schnellbahnstrecke von Frankfurt nach Köln könnte einen großen Teil des Untersuchungsgebietes, vor allem das ökologisch noch einigermaßen intakte Klingenbachtal, zwischen Hofheim-Wildsachsen und Hofheim-Wallau, tangieren. Wenn hier ähnlich wie bei der inzwischen gebauten DB-NBS Hannover–Würzburg ganze Täler mit Tunnelaushub zugeschüttet würden, müßten der Wickerbach und seine Nebenbäche weitere enorme ökologische Belastungen verkraften.

Die Talauen des Untersuchungsgebietes sollten, zumindest im Oberlauf, als Grünland mit extensiver Weidenutzung, als Streuobstwiesen oder als Brachflächen angelegt werden. Für eine standortgemäße Flächennutzung sind folgende Forderungen zu stellen:

- Keine weitere Versieglung oder Verfüllung (z. B. durch den Bau der geplanten DB-NBS) der Bachauen und Quelltäler
- Strenge Kontrolle landwirtschaftlicher Betriebe, Reiterhöfe etc. hinsichtlich der Lagerung und Ausbringung der anfallenden Gülle in der Talaue
- Nutzung der Talauen als natürliche Retentionsräume für die Hochwasserdämpfung und als Frischluftschneisen
- Planvolle Erhaltung und Neuanlage von Altwässern, Kleingewässern und Feuchtstandorten
- Bautechnische Zurückhaltung von Oberflächenwasser aus Siedlungs- und Verkehrsflächen
- Keine weitere Entwässerung von Feuchtstandorten im Grünland und im Forstbereich
- Verzicht auf Grünlandumwandlung in Äcker in Fließgewässernähe und auf Feuchtstandorten
- Gezielte Neuanlage von Tümpeln
- Erhaltung und Vernetzung der Auwaldbestände, Ufer- und Feldgehölze sowie Hecken im Rahmen eines Biotopverbundsystems
- Keine Errichtung neuer und keine Erweiterung bestehender Fischzuchtanlagen; Nutzung bestehender Anlagen für den Arten- und Amphibienschutz
- Rekultivierung der im Unterlauf des Wickerbaches liegenden verlassenen Kiesgruben und des Steinbruchs am Falkenberg

Hinsichtlich der Sicherstellung schutzwürdiger Gewässerabschnitte am Wickerbach und seinen Nebenbächen ist festzustellen, daß fast das gesamte Bach- und Talauensystem anthropogen stark geschädigt ist. Die schmalen, biotopgerechten Gehölzsäume am Klingenbach, zwischen der Kläranlage Hofheim-Wildsachsen und der Mündung in den Wickerbach, am Medenbach, zwischen Wiesbaden-Medenbach und der Mündung in den Wickerbach, u. am Wickerbach, zwischen Hofheim-Wallau und der Mündung in den Main, sollten unbedingt erhalten und mit artgerechten Neuanpflanzungen erweitert werden. Ebenso sind alle natürlichen Feuchtgebiete, z. B. an der Mündung des Lotzenbaches in den Klingenbach, am Medenbach, südlich der Kläranlage Wiesbaden-Medenbach, am Aubach, zwischen Wiesbaden-Auringen und der Mündung in den Wickerbach, am östlichen Quellauf des Wickerbaches, am Wickerbach, zwischen Wiesbaden Auringen u. Hofheim-Wallau, und zwischen Hochheim-Massenheim und Ober-Mühle unbedingt zu schützen und vor Veränderungen zu be-

wahren. Weiterhin müssen natürliche Gewässerabschnitte wie Hollerbach, Lotzenbach, Klingenbach, zwischen Kläranlage Hofheim-Wildsachsen und Mündung in den Wickerbach, Medenbach, östlicher Oberlauf des Wickerbaches, und Wickerbach, zwischen Hochheim-Massenheim und Ober-Mühle, in ihrer ursprünglichen Form erhalten bleiben.

Häufig bilden die Ufergehölze und die alten Streuobstwiesen in den Talauen des Wickerbaches und seiner Nebenbäche letzte Brut- und Lebensräume für Steinkauz und Nachtigall. Am Prallhang des Wickerbaches, südlich der Wiesenmühle, befindet sich noch eine kleine Kolonie von Uferschwalben, deren oft metertiefe Brutröhren unbedingt zu schützen sind.

In Tab. 5 werden nochmals die Ziele und Mittel einer naturnahen Gewässergestaltung zusammengefaßt und in Tab. 6 ihre Anwendbarkeit im Untersuchungsgebiet aufgelistet.

Tab. 5. Ziele und Mittel einer naturnahen Gewässergestaltung

Ziele:	**Mittel:**
1.1. Bereich der Aue	
1.1.1. weitestgehende Freihaltung der Aue von jeglicher Bebauung und Erhaltung oder Wiederherstellung des typischen Talprofils	1.1.1. Gestaltung der Aue als Überschwemmungs- und Rückzugsgebiet für Pflanzen und Tiere
1.1.2. Vermeidung von Talaufforstungen mit biotopfremden Gehölzen	1.1.2. keine Aufforstung z. B. mit Nadelgehölzen oder fremländischen Gewächsen, sondern mit Pflanzen, Sträuchern und Bäumen, die in der Region heimisch und für die Aue typisch sind
1.1.3. keine Teichanlagen in der Aue	1.1.3. Rückbau vorhandener Teichanlagen zu naturnahen Gewässerbereichen; Besatz mit einheimischen Kleinfischen; Umbau zu „Amphibiengewässern“; Ausbau von Kiesgruben für die Sportfischerei

(Fortsetzung Tab. 5)

Ziele:	**Mittel:**
1.1.4. Erhaltung oder Wiederherstellung von Feuchtflächen in der Aue	1.1.4. Mulden in der Aue werden zu „natürlichen Hochwasserrückhaltebecken" umfunktioniert; Bepflanzungen der Mulden und Feuchtflächen mit Schilf etc., dadurch neben Hochwasserschutz auch Schaffung von Rückzugsgebieten für Pflanzen und Tiere
1.1.5. standortgemäße Flächennutzung und Bewirtschaftung der Aue	1.1.5. Aue vor intensiver landwirtschaftlicher Nutzung schützen; Grünland, Streuobstwiesen, extensive Weidenutzung, Brachflächen etc. fördern
1.1.6. Erweiterung, Sicherstellung, Ankauf und Pacht schutzwürdiger Gewässerabschnitte und Durchführung regelmäßiger Pflegemaßnahmen	1.1.6. für diesen Zweck vom Land Hessen bereitgestellte Gelder nutzen; um Kosten zu sparen, Pflegemaßnahmen an Naturschutzverbände, Angelvereine etc. vergeben
1.2. Bereich des Uferstreifens	
1.2.1. Schaffung eines ausreichend bemessenen Uferstreifens: – als Puffer gegen Einspülungen von Düngemitteln, Schädlingsbekämpfungsmitteln etc. (durch die Landwirtschaft, den Weinbau etc.) – als Reserve für gewünschte Gewässerdynamik – zur Beschattung des Gewässers – zur Schaffung von Lebensmöglichkeiten für luftlebende, adulte Bachinsekten – zur Strukturierung des Bachbettes durch ins Wasser hängende Wurzeln, durch Fallaub, -holz etc. – zur Optimierung der Ernährungsverhältnisse für Fallaubfresser	1.2.1. Uferstreifen sollte ca. 10–30 m breit sein; bepflanzt werden sollte er nur mit artgerechten Pflanzen, Sträuchern und Bäumen, möglichst in Form eines Auwaldes, nach Beispielen noch intakter Gewässerabschnitte dieser Region
1.2.2. Sicherung der Begehbarkeit der Uferbereiche in den Ortslagen	1.2.2. Uferstreifen beidseitig in den Ortslagen aus Gründen der Begehbarkeit, für Pflegemaßnahmen etc. von Bebauung, Kleingärten etc. freihalten und evt. Umzäunung beseitigen

(Fortsetzung Tab. 5)

Ziele:	Mittel:
1.3. Bereich des Gewässers	
1.3.1. naturgemäße Profil-, Sohl- und Ufergestaltung	1.3.1. Gewässer soll, besonders in Ortslagen, hochwassersicher sein; dennoch Ausbau mit natürlichen Mitteln anstreben
1.3.2. Wahl eines ausreichend großen Bemessungsquerschnittes des Gewässers, so daß Fallaub, -holz etc. im Bach verbleiben kann und gleichzeitig die erforderliche Abflußleistung garantiert ist	1.3.2. möglichst breiten Uferstreifen schaffen, evt. vorhandene alte artgerechte Bäume erhalten (Fallholz-, Fallaublieferanten, Zufluchtstätte für Tiere)
1.3.3. Optimierung der Strömungsverhältnisse des Gewässers entsprechend naturnaher Vorbilder der jeweiligen Region	1.3.3. Zonen stärkerer Strömung und Stillwasserbereiche schaffen und bei Baumaßnahmen auf natürliche Baustoffe achten
1.3.4. Ermöglichung und Entfaltung der freien Gewässerdynamik	1.3.4. möglichst breiten Uferstreifen anlegen, mindestens 10–30 m, um für Gewässer Platzreserven zu schaffen
1.3.5. Rückbau ausgebauter Gewässerabschnitte	1.3.5. alle verrohrten und künstlich verbauten Gewässerabschnitte schnellstmöglich naturnah gestalten
1.3.6. Beseitigung von Wanderhemmnissen (spez. f. Fische u. Makrofauna)	1.3.6. Verrohrungen, künstliche Rampen etc. durch natürliche Baumaßnahmen ersetzen
1.3.7. Schaffung floristischer und faunistischer Besiedlungspotentiale im und am Gewässer	1.3.7. z. B. „rauher Steinwurf“ anstatt versiegelte Sohl- und Uferbereiche etc.
1.3.8. „Restaurierung“ von Altarmen und Mühlgräben; Wiederanbindung ausgedeichter Überschwemmungsgebiete; Gestaltung von Still- und Flachwasserbereichen	1.3.8. Öffnung von Altarmen und Mühlgräben, Wiederanschluß an das Gewässersystem, dadurch Schaffung von Bereichen zur natürlichen Hochwasserrückhaltung und von Rückzugsgebieten für Pflanzen und Tiere
1.3.9. Verringerung der Schmutzwasserbelastung	1.3.9. alle Schmutzwassereinleiter an Kläranlagen anschließen; „kleine“ Verschmutzer z. B. Reiterhöfe, Aussiedlerhöfe etc.: eigene Kleinkläranlagen, Abwasserteiche

(Fortsetzung Tab. 5)

Ziele:	Mittel:
1.3.10. Verbesserung der Gewässergüte	1.3.10. natürliche Selbstreinigungskraft des Gewässers durch entsprechende Maßnahmen fördern; Kläranlagen möglichst bis zur 3. Reinigungsstufe ausbauen u. Abwasserfischteiche angliedern
1.3.11. Belassung aller naturnahen Quellbereiche und Gewässerstrecken in ihrem jetzigen Zustand	1.3.11. absoluter Schutz dieser Bereiche; Vorbilder für umzubauende Gewässerabschnitte

Tab. 6. Anwendbarkeit der Ziele und Mittel einer naturnahen Gewässergestaltung auf das Untersuchungsgebiet

möglich (in welcher Form etc.):	nicht anwendbar (Gründe):
zu 1.1.1. Freihaltung der Aue von Bebauung	
Auen des Wickerbaches, Medenbaches, Aubaches, Klingenbaches, Hollerbaches, Lotzenbaches, Thierbaches, Rohrgrabens und Grabens aus Nordenstadt außerhalb der Ortschaft von jeglicher Bebauung (auch Kleingärten) freihalten; wertvolle Streuobstwiesen erhalten, Auen als zeitweilige Überschwemmungsgebiete nutzen; besonders schützenswert:	Thierbach durch zahlreiche Fischteiche zergliedert, Aue zerstört; Hollerbach: Aue durch Kleingärten u. Wochenendhäuser bis in Gewässernähe zerstört; Aue Oberlauf Lotzenbach: Wildgehege; Aue Oberlauf Rohrgraben: Landschaftsschäden
Auen des Wickerbaches S Naurod–Wallau, S Wallau–N Flörsheim (Obermühle)	
gesamte Aue des Aubaches Auen des Medenbaches Quellen–Medenbach, S Medenbach–Mündung Wickerbach, hier ausgedehnte Streuobstwiesen u. kleine Feuchtgebiete	
Auen des Klingenbaches S Wildsachsen–Mündung, hier natürl. Uferstreifen u. Feuchtgebiete	

(Fortsetzung Tab. 6)

möglich (in welcher Form etc.):	**nicht anwendbar (Gründe):**
zu 1.1.2. Vermeidung von Talaufforstungen	
die kleinen Fichtenbestände im Quellbereich des Aubaches (N Steubenhof) entfernen; evt. biotopfremde Anpflanzungen in der Aue des Hollerbaches beseitigen	
zu 1.1.3. keine Teichanlagen	
Teichanlage im Oberlauf des Wickerbaches (NW Naurod) entfernen; Teichanlagen im Oberlauf des Hollerbaches renaturieren; bei den Wochenendhäusern entfernen; Teichanlagen am Thierbach z. T. renaturieren; Teichanlage am Rohrgraben renaturieren; Teichanlage am Graben aus Nordenstadt renaturieren; alle Kiesgruben im Unterlauf des Wickerbaches renaturieren	
zu 1.1.4. Wiederherstellung von Feuchtflächen	
alle unter 1.1.1. genannten Bereiche bieten gute Möglichkeiten	Hochwasserschutz speziell in der Nähe von Ortslagen beachten
zu 1.1.5. standortgemäße Flächennutzung und Bewirtschaftung	
standortgemäße Flächennutzung und Bewirtschaftung im gesamten Untersuchungsgebiet nur bedingt möglich u. z. T. nur auf schmalen Uferstreifen anwendbar; extensives Weideland, Streuobstwiesen, natürliche Feuchtgebiete, wo möglich, in Biotopvernetzung einbeziehen	gesamtes Untersuchungsgebiet, speziell der Naturraum Main-Taunusvorland wird intensiv landwirtschaftlich genutzt u. ist z. T. bis in Gewässernähe versiegelt

(Fortsetzung Tab. 6)

möglich (in welcher Form etc.):	nicht anwendbar (Gründe):
zu 1.1.6. Erweiterung, Sicherstellung, Ankauf und Pacht schutzwürdiger Gewässerabschnitte und Durchführung regelmäßiger Pflegemaßnahmen	
alle unter 1.1.1. genannten Bereiche bieten Möglichkeiten	Hochwasserschutz, Bebauung, Landwirtschaft, Besitzverhältnisse beachten
zu 1.2.1. Schaffung eines ausreichend bemessenen Uferstreifens	
in den unter 1.1.1. genannten Bereichen ist die Anlage eines mehr oder weniger breiten Uferstreifens möglich; natürliche Gewässerabschnitte, z. B. Klingenbach, mit ihren bereits vorhandenen Uferstreifen einbeziehen	ausreichende Breite des Uferstreifens wird häufig durch Landwirtschaft, Kleingärten etc. in direkter Gewässernähe beeinträchtigt
zu 1.2.2. Sicherung der Begehbarkeit der Uferbereiche in den Ortslagen	
	nur sehr bedingt durchsetzbar: Bebauung reicht oft bis an das Gewässer; sehr oft sind die Bäche verrohrt u. die Uferbereiche künstlich versiegelt
zu 1.3.1. naturgemäße Profil-, Sohl- und Ufergestaltung	
in den unter 1.1.1. genannten Bereichen auf jeden Fall möglich; in den übrigen Bereichen so weit wie möglich durchführen	Hochwasserschutz beachten
zu 1.3.2. Wahl eines ausreichend großen Bemessungsquerschnittes des Gewässers	
wie 1.3.1.	Hochwasserschutz beachten

(Fortsetzung Tab. 6)

möglich (in welcher Form etc.):	nicht anwendbar (Gründe):
zu 1.3.3. bis 1.3.7.	
in den unter 1.1.1. genannten Bereichen möglich	Hochwasserschutz beachten
zu 1.3.8. „Restaurierung“ von Altarmen etc.	
im Untersuchungsgebiet sind viele alte Mühlgräben vorhanden; diese, wo möglich, sofort wieder an das Gewässer anschließen	
zu 1.3.9. Verringerung der Schmutzwasserbelastung	
möglichst alle 4 Kläranlagen bis zur 3. Reinigungsstufe ausbauen; evt. entspr. dimensionierte Abwasserfischteiche den Kläranlagen angliedern u. die restl. Verschmutzer, z. B. Reitställe, Aussiedlergehöfte etc., an die Kläranlagen anschließen oder mit eigenen Kleinkläranlagen, Abwasserteichen ausstatten; für Straßen-, Autobahnabwässer etc. Sickermulden bauen	hohe Kosten
zu 1.3.10. Verbesserung der Gewässergüte	
s. 1.3.9. u. durch Renaturierung des Gewässers dessen Selbstreinigungskraft erhöhen	
zu 1.3.11. Beibehaltung aller naturnahen Quellbereiche u. Gewässerstrecken in ihrem jetzigen Zustand	
	kaum naturnahe Quellbereiche und Gewässerstrecken vorhanden

5. Zusammenfassung

Ein naturnahes Gewässer in der Kulturlandschaft kann nicht das naturbelassene (= ursprüngliche) Gewässer bleiben. Die Naturlandschaft verändert sich, die Kulturlandschaft sollte es nicht, besonders die mit großem Aufwand geregelten Vorflutverhältnisse. Der Wasserbauer muß die dynamischen Fließgewässer mit natürlichen Mitteln in einen statischen, also unnatürlichen Zustand versetzen. Zwangsläufig sind dabei Kompromisse zu schließen. Wasserbau kann und soll ökologisch betrieben werden, wobei der Mensch nicht ausgeklammert sein darf. Ökologie hat sich nicht nur im Schutz der Natur zu erschöpfen, sie muß auch den Menschen mit einbeziehen, denn Fließgewässer und Talauen sind auch „ökologische Nischen“ für den Menschen (GAEBLER 1985).

Die dichte Besiedlung des Untersuchungsgebietes, die hauptsächlich Nutzung als Wohngebiet und die Nähe der Großstädte Frankfurt a. M., Wiesbaden, begründen einen großen Bedarf an Erholungsmöglichkeiten. Dafür werden auch der Wickerbach, seine Nebenbäche und deren Talauen in Anspruch genommen, vor allem weil im wasserarmen Main-Taunusvorland und im Ballungsraum Rhein–Main Gewässer und natürliche Seen fehlen.

Die bisher aufgeführten Gefahren und vielfältigen Verunreinigungsmöglichkeiten zeigen, daß ein „ökologisches Optimum“ für den Wickerbach und seine Nebenbäche nur sehr schwer und auch nur teilweise zu erreichen ist. Seine Lage und die verschiedenen aufeinandertreffenden ökologischen, ökonomischen und politischen Interessen erschweren dieses Vorhaben außerordentlich. Es gilt sorgfältig abzuwägen, wo Verbesserungen überhaupt möglich, wo anthropogene Eingriffe unvermeidbar bzw. nicht mehr rückgängig zu machen und wo Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen auch in bezug auf Wirtschaftlichkeitskriterien anzustreben sind. Um den Aufwand solcher Maßnahmen zu ermitteln, sind Teilaufwendungen, Baukosten, Kosten für Grund und Rechte, allgemeine Kosten, Betriebskosten im engeren Sinn, Unterhaltungskosten, Erneuerungskosten sowie Steuern und Abgaben zu berücksichtigen. Weiterhin sind Nutzen-Kosten-Analysen und Nutzwertanalysen in die Betrachtungen einzubeziehen (BRETSCHNEIDER et al. 1982: 357–384).

Am Wickerbach und seinen Nebenbächen sollte die Reihenfolge der Fließgewässer-Renaturierungen sinnvollerweise in folgenden Teilschritten durchgeführt werden:

a.) Verbesserung der Gewässergüte und der Sauerstofführung

b.) Rückbaumaßnahmen am Gewässersystem

c.) Sachgerechte Bepflanzung der Böschungen und des Ufersaumes
d.) Flächenmäßig größtmögliche Wiederherstellung einer natürlichen Talaue mit Biotopvernetzung
e.) Förderung der natürlichen Bachfauna und -flora
f.) Rekultivierung der Kiesgruben und des Steinbruches in der Talaue nach ökologischen Gesichtspunkten

Für die Verbesserung der Gewässergüte und der Sauerstofführung sind Abwasserfischteiche, Abwasserteiche, Sickermulden und Sammler für schadstoffbelastete Oberflächenabflüsse geeignet. Durch sachgerechte Bepflanzung der Gewässerböschungen und Ufer, in Form von Gehölzsäumen und kleinen Auenwäldern, lassen sich Biotopvernetzungen herstellen und damit Lebensbereiche für Insekten, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere schaffen. Die Sportfischerei wird von den schützenswerten Gewässerbereichen zu den rekultivierten Kiesgruben verlagert. Alle in der Talaue des Wickerbaches liegenden Kiesgruben und der Steinbruch am Falkenberg sind Pionierstandorte in einer intensiv genutzten Landschaft und müssen daher zu einem großen Teil als wertvolle Ersatz- und Rückzugsräume für Tiere und Pflanzen gestaltet werden.

Diese Renaturierungsmaßnahmen können auf benachbarte Fließgewässer, an denen ähnliche Verhältnisse herrschen, z. B. Kassernbach/Weilbach, Schwarzbach, Erlenbach etc., übertragen werden.

6. Schriftenverzeichnis

BARGON, E., STOEHR, W. TH., & ZAKOSEK, H. (1967): Bodenkarte von Hessen 1 : 25 000 mit Erläuterungen, Blatt 5915 Wiesbaden. – 118 S., 43 Tab., 41 Textprof.; Wiesbaden.

BARNDT, G., BOHN, B., & KÖHLER, E. (1988/89): Biologische und chemische Gütebestimmung von Fließgewässern. – Schriftenr. Vereinigung Dt. Gewässerschutz, **53,** 88 S., div. Abb., div. Tab., div. Taf.; Bonn.

BAUR, W. (1987): Gewässergüte bestimmen und beurteilen – Praktische Anleitung für Gewässerwarte und alle an der Qualität unserer Gewässer interessierten Kreise. – 141 S., 68 Abb., 20 Tab., Anhang; Hamburg (Parey).

BELLMANN, H. (1988): Leben in Bach und Teich. – 287 S., div. Abb.; München.

BERNERTH, H., LELEK, A., & TOBIAS. W (1990): Grundlagen und Vorschläge zur ökotechnischen Sanierung aquatischer Lebensräume in der Mainaue. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **122,** 170 S., 37 Abb., 8 Tab., 61 Fotos, 19 Karten; Frankfurt a. M.

BOETTGER, K. (1990): Ufergehölze – Funktionen für den Bach und Konsequenzen ihrer Beseitigung. Ziele eines Fließgewässer-Schutzes. – Natur u. Landschaft, **65**(2): 57–61, 5 Abb.; Bonn.

BRETSCHNEIDER, H., Hrsg. (1982): Taschenbuch der Wasserwirtschaft. – 6. Aufl., 1005 S., div. Abb., div. Tab., div. Taf.; Hamburg–Berlin (Parey).

BREYER, G. (1987): *Seseli annuum* und *Scabiosa ochroleuca* noch auf dem Falkenberg bei Hochheim am Main (MTB 5916/34). – Hess. Florist. Briefe, **4-1987:** 62–63; Darmstadt.

Deutscher Wetterdienst (1950): Klima-Atlas von Hessen. – 84 Kt., 9 Diagramme, 20 S. Erl.; Bad Kissingen.

– (1977–1987) Meteorologische Jahrbücher der Bundesrepublik Deutschland. – Bde. 1977–1987; Offenbach.

ENGELHARDT, W. (1986): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher. – 270 S., 76 Abb., 53 Taf.; Stuttgart (Franckh'sche Vlg.hdl.).

FICKEL, W., & ZAKOSEK, H. (1968): mit Beitr. v. ASTHALTER, K.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1 : 25 000, Bl. Nr. 5815 Wehen. – 102 S., 33 Tab., 50 Textprof.; Wiesbaden.

– (1974): mit Beitr. v. ASTHALTER, K., THIELICKE, G., ZAKOSEK, H.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1 : 25 000, Bl. Nr. 5816 Königstein i. Taunus. – 113 S., 18 Tab., 18 Prof.; Wiesbaden.

GAEBLER, H.-J. (1985): Wasserläufe in der Agrarlandschaft als Entwässerungssystem und ihre ökologische Funktion. – Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung, **26:** 222–230, 4 Abb.; Berlin–Hamburg (Parey).

GEISTHARDT, M. (1976): Naturräume der Landeshauptstadt Wiesbaden. – Jb. Nass. Ver. Naturk., **103:** 80–97; Wiesbaden.

GOLWER, A., & SCHNEIDER, W. (1983): Untersuchungen über die Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen toxischen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen. Untersuchungen über die Belastung des Grundwassers mit organischen Stoffen im Bereich von Straßen. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, **391,** 47 S.; Bonn-Bad Godesberg.

HEERING, K.-H. (1988): Die Untersuchung und Bewertung von Fischgewässern mit „visocolor". – 60 S., div. Abb., div. Tab.; Düren (Eigenverlag Macherey-Nagel).

HEHMANN, F., GOLL, A., & ZUCCHI, H. (1987): Amphibien- und Limnofauna des Breenbachtals – eine siedlungsbiologische Untersuchung in einem bedrohten Bachtal des Teutoburger Waldes. – Natur und Landschaft, **11:** 464–473, 4 Abb., 3 Tab.; Bonn.

Hessische Landesanstalt für Umwelt (1988): Landschaftspflege, Wasserwirtschaft, EDV bei Unteren Naturschutzbehörden. – Umweltplanung, Arbeits- u. Umweltschutz, Schr.-R. hess. L.-Anst. Umwelt, **75,** 110 S., div. Abb., div. Tab., div. Taf.; Wiesbaden.

– (1991): Kläranlagen in Hessen – Übersicht zum Bestand und zur Planung – Stand 1/1990. – Umweltplanung, Arbeits- u. Umweltschutz, Schr.-R. hess. L.-Anst. Umwelt, **111,** 53 S., 1 Karte; Wiesbaden.

Hessischer Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (o. J.): Naturnahe Gewässer. – 10 S., div. Abb.; Wiesbaden.

Hessisches Landesvermessungsamt (1981): Übersicht der topographischen Karten und Luftbildkarten 1:5000. Luftbildübersicht 1:200000; Wiesbaden.

– (1990): Topographische Karte von Hessen 1:25000, Bl. Nr. 5815 Wehen, Wiesbaden.

– (1990): Topographische Karte von Hessen 1:25000, Bl. Nr. 5816 Königstein im Taunus; Wiesbaden.

– (1990): Topographische Karte von Hessen 1:25000, Bl. Nr. 5915 Wiesbaden; Wiesbaden.

– (1990): Topographische Karte von Hessen 1:25000, Bl. Nr. 5916 Hochheim a. M.; Wiesbaden.

– (1991): Topographische Karte von Hessen 1:25000, Bl. Nr. 6016 Groß-Gerau; Wiesbaden.

– (1980): Topographische Karte von Hessen 1:100000, Bl. Nr. C 5914 Wiesbaden; Wiesbaden.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (1992): Richtlinien für die Förderung des Erwerbes von Uferrandstreifen und der Maßnahmen im Rahmen des Programmes „Naturnahe Gewässer". – 10 S.; Wiesbaden.

Hessisches Ministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit (1988): Gewässergütekarte 1986. – 4 S., 1 Karte; Wiesbaden.

– (1989): Naturnahe Gewässer in Hessen, Bachpatenschaften, Renaturierungsmaßnahmen. – 51 S., div. Abb.; Wiesbaden.

– (1990): Gewässergüte im Lande Hessen 1976–1990. – 4 S., 4 Karten; Wiesbaden.

HOELL, K. (1979/86): Wasser – Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie. – 7. Aufl., 592 S., div. Abb., div. Tab.; Berlin–New York (Walter de Gruyter).

Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Hannover (TH) (1982): Gutachten über die Leistungsfähigkeit einer STÄHLERMATIC-Kläranlage (Kurzfassung). – 5 S., 1 Abb.; Hannover.

KALWEIT, H. (1963): Niedrigwassermessungen 1962 im Main-Taunus-Gebiet. – Unveröff. Ber. an Regierungspräs. Wiesbaden, Archiv Hess. L.-Amt Bodenforsch.; Wiesbaden–Koblenz.

KARTHAUS, G. (1990): Zur ornitho-ökologischen Funktion vun Bachufergehölzen in der Kulturlandschaft. – Natur u. Landschaft, **65**(2): 51–57, 9 Abb.; Bonn.

KLAUSING, O., & WEISS, A. (1986): Standortkarte der Vegetation in Hessen 1:200000. – Umweltplanung und Umweltschutz, Schr.-R. hess. L.-Anst. Umwelt, **33,** 20 S., 1 Karte; Wiesbaden.

– (1988): Die Naturräume Hessens + Karte 1:200000. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Schriftenr. hess. L.-Anst. Umwelt, **67,** 43 S., 1 Karte; Wiesbaden.

KRAUS, W (1987): Biotopvernetzung im Wasserbau. – Wasser + Boden, **2:** 72–75, 5 Abb.; Hamburg (Parey).

KRAUSE, A. (1989): Waldbäche und Waldflüsse – naturnahe Vorbilder für die Umgestaltung ausgebauter Wasserläufe. – Natur und Landschaft, **9:** 367–369, 3 Abb.; Bonn.

KUEMMERLE, E., SEMMEL, A. (1969): mit Beitr. v. KUTSCHER, F., THEWS, J.-D., WENDLER, R.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. Nr. 5916 Hochheim a. M., 209 S., 19 Abb., 17 Tab., 2 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen (1989): Richtlinien für naturnahen Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. – 69 S., 16 Abb.; Düsseldorf.

Landschaftsverband Westfalen-Lippe (1989): Biotopverbundplanung. – 32 S., 43 Abb.; Münster.

LANGE, G., & LECHER, K. (1986): Gewässerregelung, Gewässerpflege. Naturnaher Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. – 288 S., 196 Abb., 36 Tab.; Hamburg–Berlin (Parey).

LEPPLA, A. (1924): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten 1:25 000, Lief. 15, Bl. Königstein, Nr. 49. – 56 S.; Berlin.

– MICHELS, F., SCHLOSSMACHER, K. (1932): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25 000, Lief. 288, Bl. Nr. 3369 Wehen. – 56 S., 1 Abb.; Berlin.

LIEBMANN, H. (1951): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Band I. – 539 S., 436 Abb., 18 Taf.; München (R. Oldenbourg).

– (1960): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Band II. – 1149 S., 500 Abb., 85 Tab.; München (R. Oldenbourg).

LOETSCHERT, W. (1973): Pflanzengesellschaften im Rhein-, Main- und Taunusgebiet. – Jb. Nass. Ver. Naturk., **102:** 16–68, 3 Abb., 15 Tab.; Wiesbaden.

MARELL, D. (1989): Das Rotliegende zwischen Odenwald und Taunus. – Geol. Abh. Hessen, **89,** 128 S., 57 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.

NEUHAUS, F.-J. (1987): Zur Bedeutung und Behandlung von Steinbrüchen als Sekundärbiotope. – Die Naturstein-Industrie, **6:** 24–29, 11 Abb.; Baden-Baden.

NIEMEYER-LUELLWITZ, A., ZUCCHI, H. (1985): Fließgewässerkunde – Ökologie fließender Gewässer unter besonderer Berücksichtigung wasserbaulicher Eingriffe. – 224 S., 87 Abb., 8 Tab.; Frankfurt a. M. (Diesterweg/Sauerländer).

– POPP, D., WINKLER, A., ZUCCHI, H. (1988): Rettet die Bäche. – 271 S., div. Abb., div. Tab.; München.

POSCHWITZ, H. (1979): Hydrobiologische Untersuchungen zur Bestimmung der Wassergüte sowie der Nutzungsmöglichkeiten des Wickerbaches und seiner Quellbäche. – Staatsexamensarb., Uni. Frankfurt a. M., 156 S., 32 Abb., div. Tab., div. Zeichn.; Frankfurt a. M. (unveröffentl.).

– (1991): Methoden der Gewässergüteuntersuchung und Renaturierungsmaßnahmen an kleinen Fließgewässen. – Jb. Nass. Ver. Naturk., **113**: 97–109, 2 Tab., 1 Karte; Wiesbaden.

– (1993): Hydrobiologische Untersuchungen am Wickerbach und seinen Nebenbächen. – Jb. Nass. Ver. Naturk., **114:** 59–76, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.

ROTHAUSEN, K., & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Sammlung Geologischer Führer, **79,** 203 S., 21 Abb., 3 Tab., 47 Taf.; Berlin–Stuttgart.